



الفيزياء

للفيف الثاني الثانوى

الفصل الدراسي الثاني

أحمد إمام بركة

20  
21

الوسام

دار غريب  
طبعة والنشر والتوزيع



## رموز ووحدات بعض الكميات الفيزيائية المستخدمة في المنهج

م	الكمية	الرمز المستخدم	وحدة القياس	
			عربي	E
١	الزمن	t	ثانية	S
٢	الازاحة	y , x , d	متر	m
٣	المساحة	A	م <sup>٢</sup>	m <sup>2</sup>
٤	الحجم	V <sub>ol</sub>	م <sup>٣</sup>	m <sup>3</sup>
٥	السرعة	v	م/ث	m/s
٦	الزمن الدوري	T	ثانية	S
٧	الكتلة	m	كجم	Kg
٨	الكثافة	$\rho$	كجم/م <sup>٣</sup>	Kg/m <sup>3</sup>
٩	العجلة	a	م/ث <sup>٢</sup>	m/S <sup>2</sup>
١٠	عجلة السقوط الحر	g	م/ث <sup>٢</sup>	m/S <sup>2</sup>
١١	كمية التحرك الخطية	P <sub>L</sub>	كجم م/ث	Kgm/S
١٢	القوة	F	نيوتن	N
١٣	الوزن	Fg	نيوتن	N
١٤	عزم الازدواج	$\tau$	نيوتن . متر	N.m
١٥	الشغل	W	جول	J
١٦	الطاقة	E	جول	J
١٧	طاقة الوضع	PE	جول	J
١٨	طاقة الحركة	KE	جول	J
١٩	فرق الجهد	V	فولت	V
٢٠	القدرة	P <sub>w</sub>	وات	W
٢١	درجة الحرارة	t° c , T K	كلفن، سيلزيوس	K.C
٢٢	الضغط	P	نيوتن / م <sup>٢</sup>	N/m <sup>2</sup>
٢٣	كمية الحرارة	Q <sub>th</sub>	جول	J
٢٤	الحرارة النوعية	C <sub>th</sub>	جول / كجم كلفن	J Kg <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup>



# تابع رموز ووحدات بعض الكميات الفيزيائية المستخدمة في المنهج

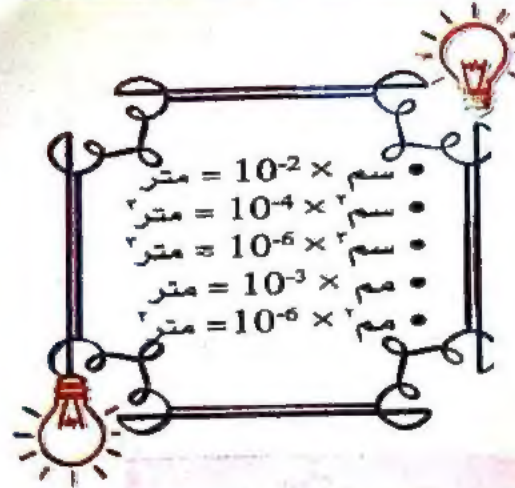
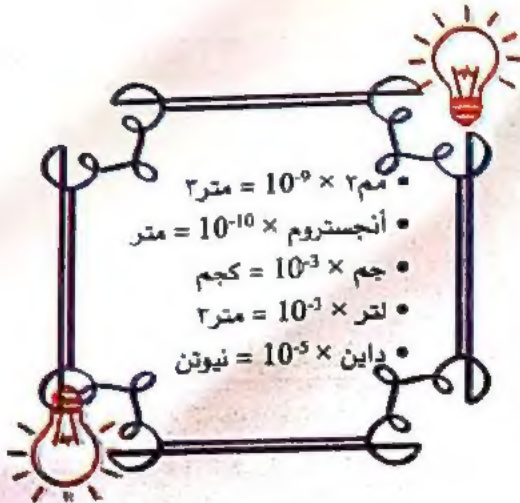
الكمية	الرمز المستخدم	عربي	وحدة القياس
٢٥	$q_{th}$	جول / كلفن	$JK^{-1}$
٢٦	$\alpha_v$	كلفن-١	$K^{-1}$
٢٧	$\beta_p$	كلفن-١	$K^{-1}$
٢٨	$Q_m$	كجم / ث	$Kg/s$
٢٩	$Q_v$	٣م / ث	$m^3/s$
٣٠	$\eta_{vs}$	نيوتن ث / ٢م	$NS m^{-2}$
٣١	$\eta$	نسبة	
٣٢	$Q, q$	كولوم	$C$
٣٣	$e$	كولوم	$C$
٣٤	$V_b$	فولت	$V$
٣٥	$emf$	فولت	$V$
٣٦	$E$	فولت / م	$V/m$
٣٧	$I$	أمبير	$A$
٣٨	$R$	أوم	$\Omega$
٣٩	$\rho_e$	أوم. متر	$\Omega m$
٤٠	$\sigma$	سيمون م-١	$\Omega^{-1} m^{-1}$
٤١	$B$	تسلا	$Tesla$
٤٢	$\alpha$	درجة	$^{\circ}$
٤٣	$\phi_m$	وېر	$Web$
٤٤	$C$	م / ث	$m/s$
٤٥	$\nu$	هرتز	$Hz$
٤٦	$f$	هرتز	$Hz$
٤٧	$\lambda$	متر	$m$
٤٨	$n$	نسبة	
٤٩	$r$	متر	$m$
٥٠	$C$	فاراد	$F$



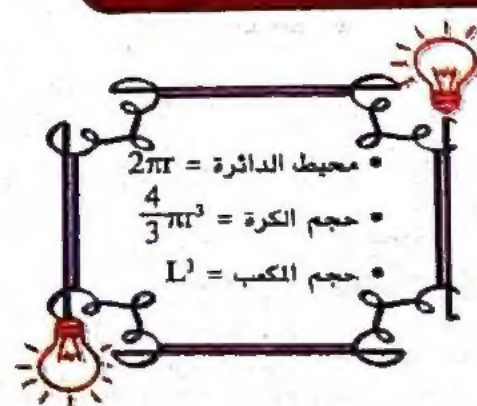
## مبادئ المضاعفات والكسور للوحدات

المضاعف	الرمز	البادئة	الكسر	الرمز	البادئة
10	da	ديكا	$10^{-1}$	d	ديسي
$10^2$	h	هيكثو	$10^{-2}$	c	سنتي
$10^3$	K	كيلو	$10^{-3}$	m	ميلي
$10^6$	M	ميجا	$10^{-6}$	$\mu$	ميكرو
$10^9$	G	جيجا	$10^{-9}$	n	نانو
$10^{12}$	T	ثيرا	$10^{-12}$	p	بيكو
$10^{15}$	P	بيتا	$10^{-15}$	f	فيبتو
$10^{18}$	E	اكسا	$10^{-18}$	a	آتو
$10^{21}$		زيثا	$10^{-21}$	z	زبتو
$10^{24}$		يوتا	$10^{-24}$	y	يوكثو

### بعض التحويلات الهامة للوحدات



### بعض المساحات والحجوم





## وحدات قياس الطول (خاصة)

١- أنجستروم  $\times 10^{-10}$  متر

٢- فيرمي  $\times 10^{-11}$  متر

٣- ميكرون  $\times 10^{-6}$  متر

البادئة	الرمز	البادئة	الرمز
ألفا	α	كاي	κ
بيتا	β	فينا	φ
جاما	γ	تاو	τ
دلتا	δ	يوتا	υ
لامدا	λ	هاى	η
إيوتا	ι	أوميغا	ω
سيغما	σ	زتا	ζ
تاو	τ	إكس	ξ
ايكسا	ξ	أيساون	ϑ

## قواعد رياضية:

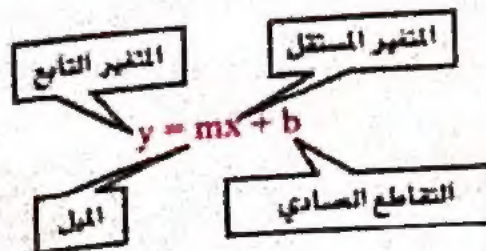
$$X^0 = 1, X^1 = X$$

$$X^a X^b = X^{a+b}, \frac{X^a}{X^b} = X^{a-b}$$

$$X^{1/n} = \sqrt[n]{X}, (X^a)^n = X^{an}$$

## المعادلة الخطية Linear Equation

يمكن كتابة المعادلة الخطية بالشكل  $y = mx + b$ ، حيث  $m$ ،  $b$  أعداد حقيقية، و  $(m)$  يمثل ميل الخط و  $(b)$  يمثل التقاطع الصادي، وهي نقطة الخط اليماني مع المحور الصادي.





محتويات المقرر

الفصل الدراسي الأول

الوحدة الأولى

01

خواص المواد  
المساكنة

الوحدة الثانية

02

الحرارة في المواد  
المعدنية



الوحدة الأولى

# خواص الموائع الساكنة

الم

الم

ولكن

الك

إذا كان

الكثافة

وحدة

كثافة

سواء

في أي

المواد

١- الوزن

٢- المساحة



## خواص المواد السائكة

01

**المادة:** هي كل ما يشغل حيز من الفراغ وله كتلة.

**المائع:** هو المواد القابلة للإنسياب ولا تتخذ شكل محدد وهو سائل أو غاز.

ولكن الغازات تماثل بقابليتها للانضغاط لكبر المسافات البينية بين جزيئاتها والسوائل تمتاز بالحركة الإنسيابية غير قابلة للانضغاط.

**الكثافة:** (Density)  $\rho$  تقدر بكتلة وحدة الحجم من المادة.

إذا كانت كتلة المادة (m) وحجمها ( $V_{el}$ ) تحسب الكثافة من العلاقة:

$$\rho = \frac{m}{V_{el}}$$



الكثافة =  $\frac{\text{الكتلة}}{\text{الحجم}}$

**وحدات الكثافة:** كجم / م<sup>3</sup> (Kg/m<sup>3</sup>)

كثافة السبيكة (من عنصرين أو أكثر دون تفاعل بينهما).

$$m_1 = m_1 + m_2 + \dots$$

$$\rho = \frac{\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2 + \dots}{V_1 + V_2 + \dots}$$

ملحوظة:

- كثافة الماء النقي 1000 كجم / م<sup>3</sup> في درجة 4°C سيلزيوس وهي أكبر كثافة له.
- الكثافة جم / سم<sup>3</sup> = 1000 × كجم / م<sup>3</sup>.
- الكثافة خاصية مميزة للمادة لا تعتمد على كتلة المادة أو حجمها تتوقف على نوع المادة ودرجة الحرارة فقط.

**السؤال:** ما صغر قطرها: كثافة الزئبق 13600 كجم / م<sup>3</sup>؟

**جواب:** أي أن كتلة 1 م<sup>3</sup> من الزئبق = 13600 كجم.

**العوامل التي تتوقف عليها الكثافة:**

- 1- الوزن الذري للعنصر - أو الوزن الجزيئي للمركب.
- 2- المسافة الفاصلة بين الذرات أو الجزيئات.



## الكثافة النسبية لمادة:

هي النسبة بين كثافة المادة إلى كثافة الماء في نفس درجة الحرارة. وهي نسبة بين كميتين متشابهتين فلا يكون لها وحدات.

$$\text{الكثافة النسبية لمادة} = \frac{\text{كثافة المادة في درجة حرارة معينة}}{\text{كثافة الماء في نفس درجة الحرارة}}$$

$$= \frac{\text{كتلة حجم معين من المادة في درجة حرارة معينة}}{\text{كتلة نفس الحجم من الماء في نفس درجة الحرارة}}$$

كثافة المادة = الكثافة النسبية لها  $\times 1000$

لن: ما هنر قولنا أه: الكثافة النسبية للألومونيوم 2.7.

ج: أي أن النسبة بين كثافة الألومونيوم إلى كثافة الماء في نفس درجة الحرارة 2.7.

## أمثلة

### مثال (1):

احسب الكثافة والكثافة النسبية للجازولين إذا كان حجم 1 كجم منه يساوي 75 سم<sup>3</sup>

$$\rho = \frac{m}{v} = \frac{51 \times 10^{-3}}{75 \times 10^{-6}} = 680 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{الكثافة النسبية} = \frac{\text{كثافة الجازولين}}{\text{كثافة الماء}} = \frac{680}{1000} = 0.68$$

### مثال (2):

وعاء معدني كتلته وهو فارغ 3 كجم وكتلته وهو ممتلئ ماء 63 كجم وكتلته وهو ممتلئ بالجلسرين 66 كجم، احسب الكثافة النسبية للجلسرين.

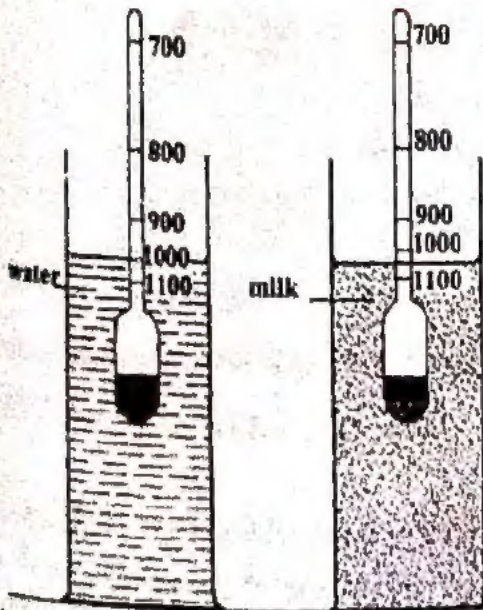
### الحل:

$$\text{الكثافة النسبية} = \frac{\text{كتلة حجم معين من الجلسرين}}{\text{كتلة نفس الحجم من الماء}} = \frac{66 - 3}{63 - 3} = \frac{63}{60} = 1.05$$

## تطبيقات على الكثافة: (أهمية دراسة الكثافة)

### 1- معرفة شحن بطارية السيارة

بطارية السيارة بها محلول حمض كبريتيك وهو محلول إلكتروليتي وعند استخدام البطارية يتفاعل الحمض المخفف مع ألواح الرصاص ويكون كبريتات رصاص + ماء فتقل كثافة الحمض وعند إعادة الشحن تنفصل الكبريتات من ألواح الرصاص إلى المحلول فتزيد الكثافة وبذلك يمكن من قياس



الكثافة معرفة مدى شحن البطارية مشحونة والعكس (وتقاس الكثافة بجهاز يسمى الهيدرومتر) ولأن تستخدم البطاريات الجافة لا يوجد بها سوائل.



## ٢- في الطب:

### (أ) معرفة مرض الليميا:

وذلك بقياس كثافة الدم والحالة الطبيعية للإنسان كثافة الدم من 1040 كجم/م<sup>٣</sup> إلى 1060 كجم / م<sup>٣</sup> فإذا زادت النسبة عن ذلك كان تركيز خلايا الدم كبير وإذا نقص عن ذلك كان تركيز خلايا الدم صغير وهذا يشير إلى مرض فقر الدم الأنيميا.

### (ب) معرفة نسبة الأملاح في البول:

البول العادي كثافته 1020 كجم / م<sup>٣</sup> هناك بعض الأمراض تزيد نسبة الأملاح في البول فتزيد كثافته فيمكن معرفة بعض الأمراض.

## ٣- معرفة غش اللبن:

- معروف كثافة اللبن 1040 كجم / م<sup>٣</sup> تقريباً حسب نوعه (بقرى أم لبن جاموسى) وقد يلجأ تجار اللبن إلى غش اللبن بإضافة الماء عليه لذلك يمكن قياس كثافة اللبن وذلك باستخدام الهيدرومتر (يعتمد على قاعدة أرشميدس) فإذا كانت الكثافة أقل دليلاً على أن اللبن منشوش بالماء.

## الضغط (Pressure)

### تعريف الضغط عند نقطة:

يقدر بمقدار القوة المتوسطة المؤثرة عمودياً على وحدة المساحات المحيطة بتلك النقطة.

$$P = \frac{F}{A}$$

الضغط =  $\frac{\text{القوة المؤثرة عمودياً}}{\text{المساحة}}$

وحدات الضغط = نيوتن / م<sup>٢</sup> = جول / م<sup>٢</sup> = كجم / م<sup>٢</sup>

لل: ما معنى قولنا أ: الضغط عند نقطة 80 نيوتن / م<sup>٢</sup>.

ب: أى أن القوة المتوسطة المؤثرة عمودياً على وحدة المساحات عند تلك النقطة = 80 نيوتن.

### الضغط عند نقطة في باطن سائل

### حساب قيمة الضغط P عند نقطة في باطن السائل:

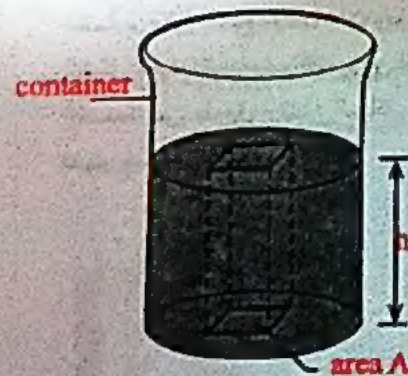
نفرض وجود مساحة أفقية A على عمق h تحت سطح سائل تعمل المساحة A كقاعدة لعمود من السائل فوقها كما بالشكل. القوة التي يؤثر بها السائل على المساحة A تساوى وزن عمود السائل الذى ارتفاعه h. وزن السائل =  $F_g = \text{الحجم} \times \text{الكثافة} \times \text{عجلة السقوط الحر} = \rho \cdot V \cdot g = \rho \cdot A \cdot h \cdot g$

نيوتن / م<sup>٢</sup>

$$P = \frac{\text{القوة}}{\text{المساحة}} = \frac{mg}{A} = \frac{\rho V g}{A} = \frac{\rho h A g}{A} = \rho \cdot g \cdot h$$

وهذه هي قيمة ضغط السائل الذى كثافته هي  $\rho$ .

ولكن السطح الحر للسائل يتعرض لضغط جوى يساوى  $P_0$ .





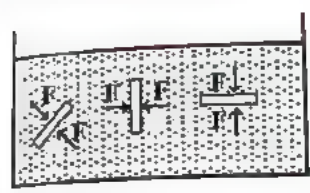


$$P = P_0 + \rho gh$$

الضغط الكلي في باطن سائل:

الضغط الكلي في باطن سائل = الضغط الجوي + وزن عمود للسائل الذي ارتفاعه  $h$  ومساحة قاعدته الوحدة.

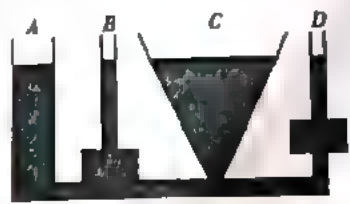
### ملاحظات هامة



١- الضغط عند نقطة في باطن سائل يكون ثابتاً في جميع الاتجاهات طالما كان على نفس العمق من سطح السائل.

٢- القوة التي يضغط بها السائل على سطح في سائل تكون دائماً عمودية على هذا السطح  $P.A$

٣- الضغط عند النقط التي في مستوى أفقي واحد في سائل واحد متصل يكون ثابتاً ولا يتوقف على شكل الإناء.



(شكل ٢)

٤- ارتفاع السائل يكون واحداً في الأواني المستطرقة المختلفة الأشكال طالما كانت القاعدة في مستوى أفقي واحد كما في الشكل (٢)

٥- العوامل التي يتوقف عليها الضغط عند نقطة في باطن السائل.

(١) عمق النقطة  $h$  (ب) كثافة السائل  $\rho$  (ج) الضغط الجوي فوقه.

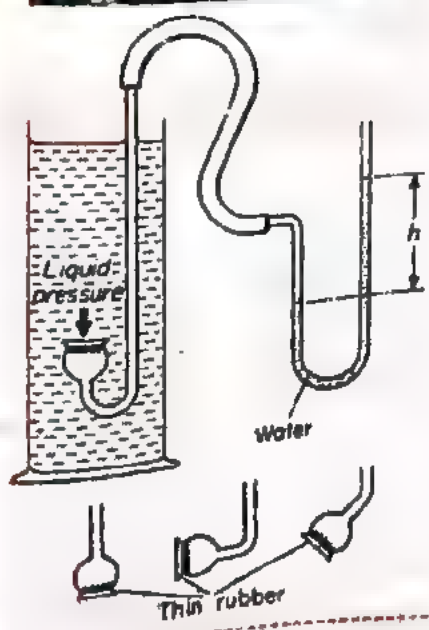
٦- الضغط على سطح في سائل يؤثر عند مركزه الهندسي.

يزداد سمك السد عند القاعدة أكثر من أعلى حتى يتحمل ضغط الماء لأنه يزيد بالعمق ويؤثر في جميع الاتجاه.



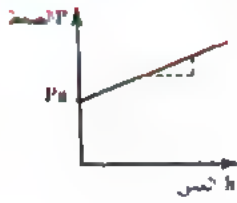
٧- الضغط في مستوى أفقي واحد في سائل واحد متصل

متساوي وفي جميع الاتجاهات ويزيد بالعمق يوضع ذلك الشكل حيث تغير وضع القمع ذو غطاء مرن ونعين مقدار الضغط عن طريق ارتفاع السائل ( $h$ ) في المانومتر عند تغيير وضع القمع كما بالشكل.





العلاقة البيانية بين الضغط عند نقطة في باطن سائل ( $P$ ) والعمق عن السطح ( $h$ )  
( ١ ) إذا كان سطح السائل معرضاً للهواء الجوي يكون الضغط  $P = P_a + \rho g h$  خط مستقيم  
الجزء المقطوع من المحور الرأسى هو  $P_a$



$$\text{ميل الخط} = \frac{P}{h} = \rho \cdot g$$

$$\therefore \text{كثافة السائل} = \frac{\text{الميل}}{g}$$

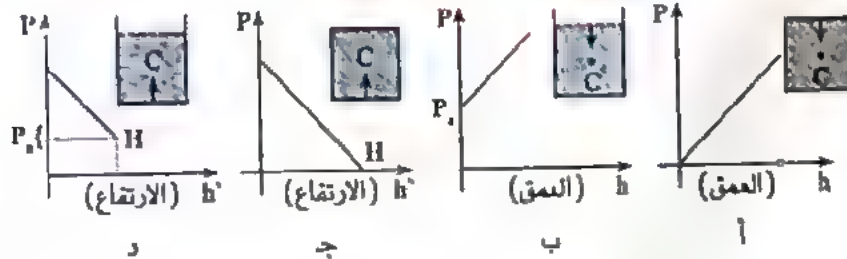
(ب) إذا كان سطح السائل غير معرض للهواء (خزان مغلق) يكون  $P = P_0 + \rho g h$



$$\text{الميل} = \frac{P}{h} = \rho \cdot g$$

$$\therefore \text{كثافة السائل} = \frac{\text{الميل}}{g}$$

١- العلاقة بين الضغط في باطن سائل وعمق النقطة  $P = P_0 + \rho g h$



المنحنى ( أ ) : العلاقة بين الضغط في باطن سائل وعمق النقطة عن السطح الغير معرض للهواء الجوي (مغلق الخزان) وكثافة السائل  
 $\left[ P = \rho \cdot g h \right] \frac{\text{الميل}}{g} = (\rho)$

المنحنى (ب) : العلاقة بين الضغط في باطن سائل وعمق النقطة عن السطح المعرض للهواء  
 $\left[ P = P_a + \rho \cdot g h \right] \frac{\text{الميل}}{g} = \rho$  للسائل

المنحنى (ج) : علاقة بين الضغط عند نقطة في باطن السائل وبعد النقطة عن القاع لسطح غير معرض للهواء،  $h'$  الارتفاع  $(H - h')$

المنحنى ( د ) : العلاقة بين الضغط وبعد النقطة عن القاع و سطح السائل معرض للهواء ولمعرفة عمق ماء البحيرة بأخذ عند ضغط  $P_a$  ونرسم خط مستقيم يوازي المحور الأفقى عند تقاطعه مع المنحنى نعين  $H$  هي عمق ماء البحيرة.

$$P = P_a + \rho \cdot g (H - h')$$

### إتزان السوائل فى الأنبوبة ذات شعبتين:



سائلان غير متجانسان فى أنبوبة حرف U

نأخذ أنبوية على شكل U يوضع فيها ماء ثم يصب فى أحد الفرعين زيت كما بالشكل نعين ارتفاع الماء  $h_1$  فوق السطح الفاصل بين الماء والزيت وارتفاع  $h_2$  فوق نفس المستوى.

الضغط فى مستوى أفقى واحد ثابت.

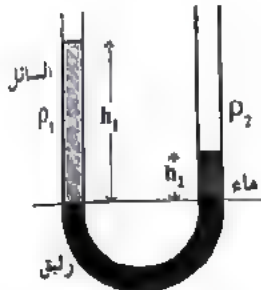
الضغط عند أ = الضغط عند ب.



$$P_1 + \rho_1 g h_1 = P_2 + \rho_2 g h_2$$

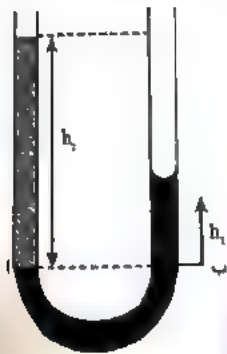
$$\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2$$

وبذلك يمكن تعيين كثافة سائل باستخدام سائل آخر لا يمتزج معه ومعلوم كثافته أو تعيين الكثافة النسبية لسائل باستخدام الماء معه.



ملاحظة:

- نصف قطر الأنبوبة أو مساحة مقطوعها واختلافه في الفرعين لا يؤثر على ارتفاع السائلين في الفرعين.
- إذا كان السائلان يمتزجان معاً يستخدم سائل ثالث بينهما مثل الزئبق ونطبق نفس العلاقة  $\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2$  بحيث يكون مستوى الزئبق واحد في الفرعين.



تعيين كثافة سائل باستخدام أنبوبة ذات شعبتين

- 1- نأخذ أنبوبة ذات شعبتين حرف (U) كما بالشكل.
- 2- يصب في أحد الفرعين كمية من الماء (سائل معلوم الكثافة).
- 3- يصب في الفرع الآخر السائل المراد تعيين كثافته (لا يمتزج بالأول).
- 4- عند الاستقرار نأخذ مستوى أفقي واحد عند سطح التماس بين السائلين.

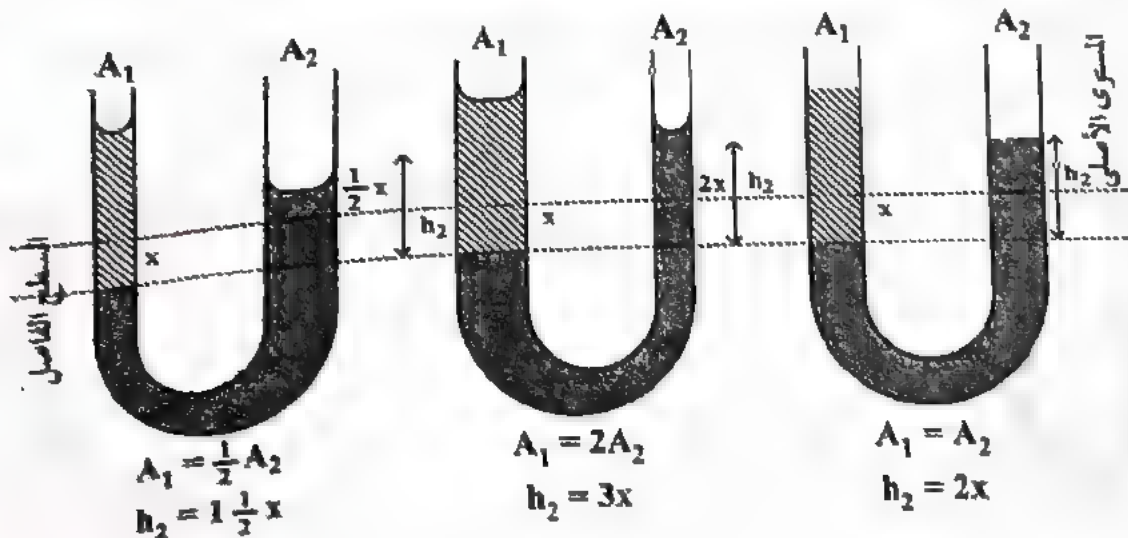
5- تعيين ارتفاع كل من السائلين فوق السطح الفاصل (عند أ، ب) كما بالشكل وليكن  $h_1$ ،  $h_2$  يكون عندهما الضغط واحد (عند ب)  $P =$  (عند أ)  $P$ .

$$P_a + \rho_1 g h_1 = P_a + \rho_2 g h_2$$

$$\therefore \rho_1 h_1 = \rho_2 h_2$$

$$\frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{h_2}{h_1}$$

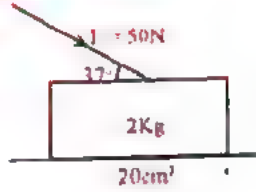
حساب ارتفاع الموائل في الأنابيب مختلفة المقطع: (عند وضع السائل الخفيف في أحد الفرعين).





## أمثلة

مثال (١)



في الشكل كتلة 2Kg توضع على قاعدتها 20cm² على أرضية أفقية وتؤثر عليها قوة 8N تميل على سطحها المائل بزاوية 37° احسب الضغط على الأرضية.

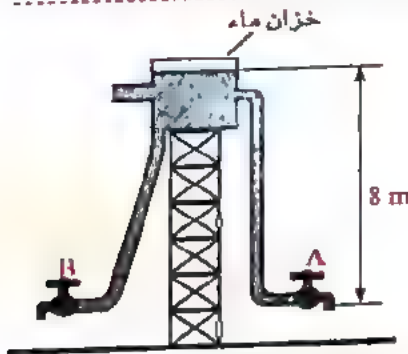
الحل:

$$F = 50 \sin 37 = 30 \text{ N}$$

$$mg = 2 \times 10 = 20$$

$$P = \frac{30 + 20}{20 \times 10^{-4}} = 25000 \text{ N/m}^2$$

مثال (٢)



يتصل صنبور A وصنبور B بخزان مملوء ماء كما بالشكل احسب الضغط الماء على كل منهما.

الحل:

الضغط متساوي لأن عمق الماء واحد.

$$P = \rho \cdot g \cdot h = 1000 \times 8 \times 10 = 80000 \text{ N/m}^2$$

مثال (٣)

إذا كان ارتفاع الكيروسين في أحد فرعي أنبوبة ذات شعبتين هو 15 سم فوق السطح الفاصل بينه وبين الماء احسب ارتفاع الماء في الفرع الآخر فوق السطح الفاصل علماً بأن كثافة الكيروسين 800 كجم / م³.

الحل:

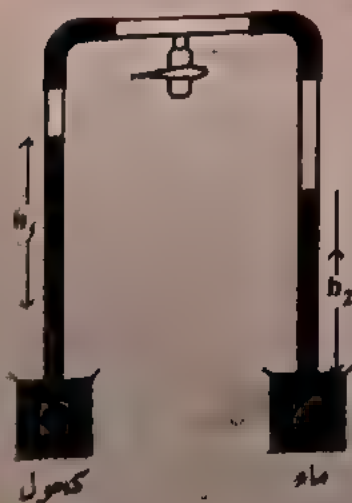
$$\rho_1 \cdot h_1 = \rho_2 \cdot h_2$$

$$15 \times 800 = 1000 \times h_2$$

$$\therefore h_2 = 12 \text{ cm}$$

إذا كان السائلان يمتزجان منّا يستخدم هذه الطريقة كما في المثال الآتي:

مثال (٤)



في تجربة لقياس كثافة الكحول باستخدام جهاز هير الموضح بالشكل حيث يشتمل الهواء برق فكان ارتفاع الماء عن سطحه في الحوض 20 سم وارتفاع الكحول 30cm احسب كثافة الكحول.

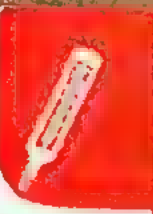
الحل:

يرتفع السائلان في الفرع نفسه تأشير نفس الضغط.

$$\rho_1 \cdot h_1 = \rho_2 \cdot h_2 \quad : 20 \times 1000 = 30 \times \rho_2$$

$$\therefore \rho_2 = 666.67 \text{ كجم / م}^3$$





#### مثال (٥)

أنبوبة ذات فرعين طول كل من فرعيها 20 سم مملوءة بالماء إلى منتصفها، صب زيت في أحد الفرعين حتى حافظته احسب ارتفاع الماء فوق السطح الفاصل إذا كانت كثافة الزيت 800 كجم/م<sup>3</sup> وكثافة الماء 1000 كجم/م<sup>3</sup>.

#### الحل:

عند صب الزيت في أحد الفرعين ينخفض سطح الماء في هذا الفرع بمقدار  $h$  ويرتفع في الفرع الآخر أعلى  $A$  بمقدار  $h$  نظرًا لانتظام مقطع الأنبوبة.

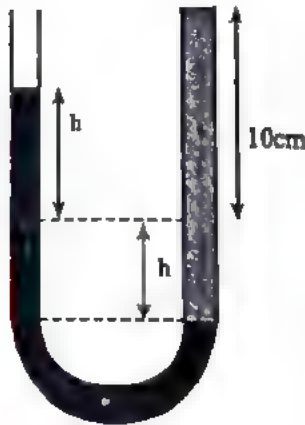
$$\therefore \rho_1 h_1 = \rho_2 h_2$$

$$\rho_1 (10 + h) = \rho_2 (2h)$$

$$800 (10 + h) = 1000 (2h)$$

$$\therefore h = 6.67 \text{ سم}$$

وبذلك يكون ارتفاع الماء فوق السطح الفاصل سم  $2h = 13.34$  وارتفاع الزيت 16.67 سم



#### الضغط الجوي

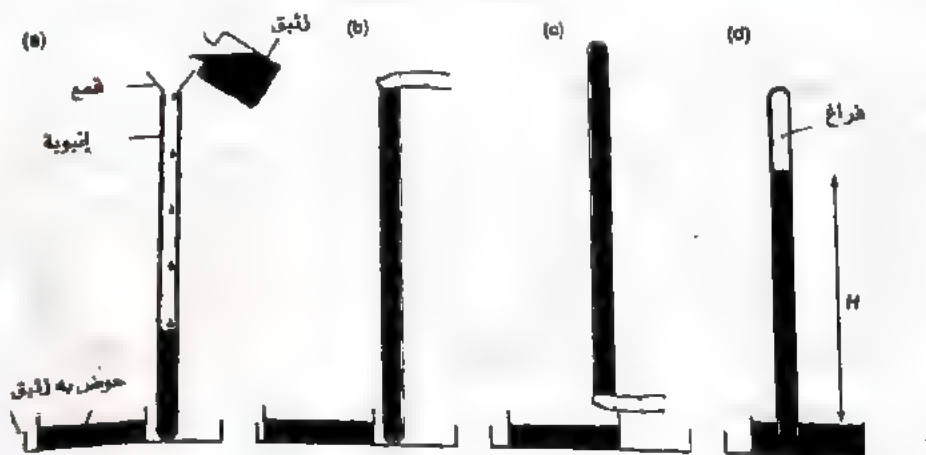
**تعريفه:** "يقدر بوزن عمود من الهواء الجوي مساحة مقطعه الوحدة وارتفاعه من سطح البحر حتى قمة الغلاف الجوي."

#### قياس الضغط الجوي

يتميز الضغط الجوي من العوامل المؤثرة الهامة في حياتنا ففلس سبيل المثال من عوامل التنبؤ بالأحوال الجوية. كذلك يؤثر في درجات غليان السوائل وغيرها من أنشطة حياتنا ويقاس بأجهزة تسمى البارومترات ولعل أبسطها هو البارومتر الذي اخترعه تورشيلي ويطلق عليه البارومتر الزئبقي.

#### البارومتر الزئبقي (البسيط)

عبارة عن أنبوبة زجاجية طولها متر مفتوحة من أحد طرفيها وتملأ حتى نهايتها بالزئبق النقي ثم تغلق بالأصبع وتوضع مقلوبة في حوض به زئبق ثم يترك الأصبع وتثبت عموديًا كما بالشكل نجد أن سطح الزئبق ينخفض في الأنبوبة حتى ارتفاع حوالي 76 سم وهو مقدار الضغط الجوي.



ويظل الارتفاع 76 سم رأسياً أعلى سطح (رغم وجود)

#### تفسير ارتفاع

الضغط الجوي داخل الأنبوبة تقع الضغط داخلها حيث  $P_a$  هو الضغط في الطرف الأيمن (أ) الحد الأول من الضغط مساو (ب) الحد الثاني من

#### ملاحظات

- الضغط الجوي
- الضغط الجوي

#### حساب قيمة

بما أن الضغط صفر ميلزيوس عن وإن كثافة الزئبق

#### تعريف آخر

بمادل وزن عمود

#### وحدات قياس

باسكال = نيوتن/

تور = 1 مم زئبق

قيمة الضغط الجوي

بار = 1.013

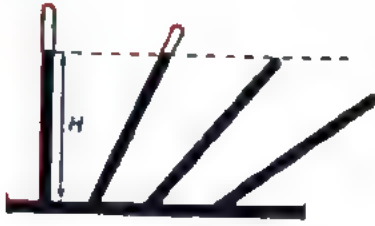
استخدام البار

يقاس الضغط أس

(زئبق)  $\Delta R$

حيث  $h$  ارتفاع الم





ويظل الارتفاع العمودي ثابتا مهما مالت الأنبوبة. أما إذا مالت إلى أقل  
76 سم وأسيا فإن الزئبق يملأ الأنبوبة كلها كما بالشكل ويسمى الفراغ  
أعلى سطح الزئبق عندما تكون الأنبوبة رأسية تماما بفراغ تورشيلي  
(وغم وجود قليلا من بخار الزئبق).

### تفسير ارتفاع الزئبق في البارومتر الزئبقي

الضغط الجوي المؤثر عند نقطة على السطح الخالص للزئبق في الحوض يتزن مع الضغط الناشئ عن عمود الزئبق عند نقطة  
داخل الأنبوبة تقع على نفس المستوى الأفقي المار بسطح الزئبق خارج الأنبوبة.

الضغط داخلها = الضغط خارجها عند السطح  $P_a$

حيث  $P_a$  هو الضغط الجوي.  $P_a = 0 + \rho gh$

في الطرف الأيمن من المعادلة:

(أ) الحد الأول منه يدل على مقدار الضغط في فراغ تورشيلي ويساوي صفر، حيث أنه لا توجد جزيئات تقريبا داخل الفراغ يكون  
الضغط مساويا للصفر.

(ب) الحد الثاني منه وهو وزن عمود من الزئبق كثافته  $\rho$  وارتفاعه  $h$  عن السطح في الحوض.

$$P_a = \rho gh$$

### ملاحظات

- الضغط الجوي يقل بالارتفاع عن سطح البحر.
- الضغط الجوي المقاس بالبارومتر لا يعتمد على مساحة مقطع البارومتر.

### حساب قيمة الضغط الجوي المتناقص

بما أن الضغط الجوي يعادل الضغط الناشئ عن وزن عمود من الزئبق ارتفاعه 0.76 مترا ومساحة مقطعه الوحدة عند درجة  
صفر سيلزيوس عند مستوى سطح البحر.

وإن كثافة الزئبق عند صفر سيلزيوس هي 13595 كجم/متر<sup>3</sup> وأن  $g = 9.81$  متر/ث<sup>2</sup>.

$$P_a = 13595 \times 9.81 \times 0.76 = 1.01358 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

### تعريف آخر للضغط الجوي المتناقص

يعادل وزن عمود من الزئبق مساحة مقطعه الوحدة وارتفاعه 76 سم عند سطح البحر في درجة 0 °C

### وحدات قياس الضغط الجوي

باسكال = نيوتن/م<sup>2</sup> ، بار = 10<sup>5</sup> نيوتن/م<sup>2</sup>

تور = (1 مم زئبق) = 133 نيوتن/م<sup>2</sup>

قيمة الضغط الجوي  $P_a$  : بالوحدات السابقة.  $P_a = 760$  تور

بار = 1.013 ، باسكال = 1.013 × 10<sup>5</sup> N/m<sup>2</sup> ،  $P_a = 1.013 \times 10^5$

• استخدام البارومتر الزئبقي لمعرفة الارتفاع العمودي للجبل أو مبنى

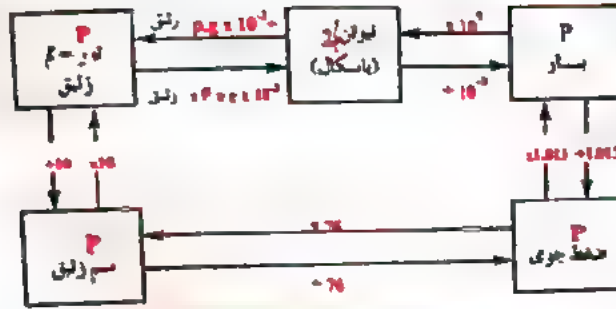
بقاس الضغط أسفل ثم أعلى الجبل ثم نعين فرق قراءتي البارومتر الزئبقي.

(زئبق)  $\Delta R$  = (هواء)  $\Delta R$  ،  $\rho_1 h_1$  (هواء) =  $\rho_2 h_2$  (زئبق)

حيث  $h$  ارتفاع المبنى،  $\rho$  كثافة الهواء،  $h_2$  الفرق في قراءتي البارومتر الزئبقي،  $\rho_2$  كثافة الزئبق.



## وحدات قياس الضغط وتحويلاتهما



## المانومتر Manometer

هو جهاز يستخدم لقياس الفرق بين ضغط غاز محبوس والضغط الجوي، وكذلك يمكن معرفة ضغط الغاز المحبوس. **تركيبه:** أنبوبة ذات فرعين إحداها قصيرة والأخرى طويلة بها زئبق (أو أي سائل آخر مثل الماء) ويتصل القرع القصير بالمستودع ويسمى الفرع الطويل المفتوح بالفرع الخالص كما بالشكل.

عند توصيل الفرع القصير بالمستودع بالغاز المحبوس نجد الآتي:  
(أ) إذا كان ارتفاع الزئبق في الفرع الخالص أكبر منه في الفرع المتصل بالمستودع بمقدار  $h$  يكون ضغط الغاز المحبوس.

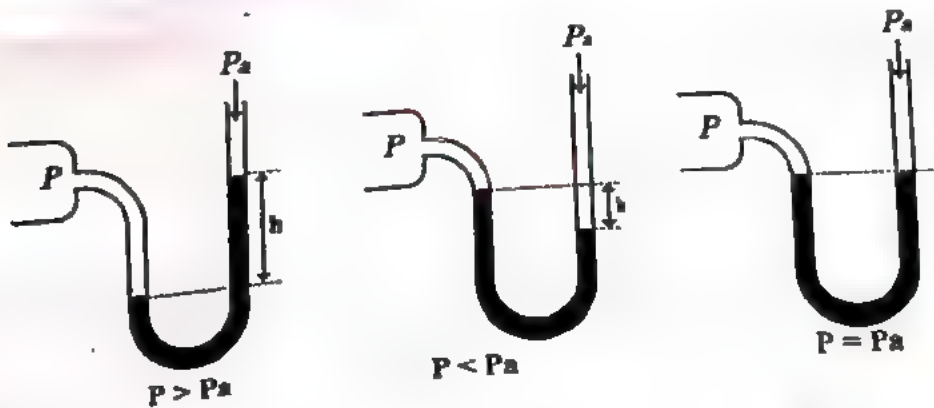
$$P = P_a + \rho gh$$

(ب) إذا كان ارتفاع الزئبق في الفرع الخالص أقل من الفرع المتصل بالمستودع بمقدار  $h$  يكون ضغط الغاز المحبوس.

$$P = P_a - \rho gh$$

(ج) إذا كان ارتفاع الزئبق واحد في الفرعين فإن ضغط الغاز

$$P = P_a$$



### ملحوظة:

- في التطبيقات العملية يقاس فرق الضغط فقط  $\Delta P = P - P_a = \rho gh$
- في حالة الفروق الصغيرة في الضغط يستخدم سائل كثافته صغيرة بدلاً من الزئبق مثل الماء حتى يكون الفرق في الارتفاع ظاهر وملحوظ لأن ارتفاع 1 سم زئبق يعادل ارتفاع 13.3 سم ماء.
- أساس عمل المانومتر هو الضغط عند نقطة في باطن سائل.





## تطبيقات على الضغط (واستخدام المانومتر)

### ١- قياس ضغط الدم:

الدم عادة ينساب خلال الشرايين والأوردة إنسياباً هادئاً، وإذا حدث اضطراب في الشريان يكون مصحوباً بضجيج وهذا في الشخص المريض، ويسمع ذلك خلال سماعه الطبيب، ويستخدم المانومتر في قياس ضغط الدم ويعطي بيانات ضغط الدم المادي رقمية؛ إحداهما الضغط الانقباضي للقلب، وهي أقصى قيمة ويحدث عند تقلص عضلة القلب حيث يندفع الدم من البطين الأيسر إلى الأورطي وقيمته **120** تور والآخر الضغط الانبساطي للقلب وفيه يقل الضغط إلى أقل قيمة

عند إنسياب عضلة القلب وهو حوالي **80** تور ويستخدم المانومتر الزئبقي الموضح بالشكل وهو عبارة عن كيس هوائي ملف حول الذراع يدفع فيه هواء بواسطة مضخة ولا يسمع صوت بالسماعة عند عدم تدفق الدم يكون ضغط الكيس أكبر من الضغط الانقباضي وينتفاخ الضغط في الكيس ينخفض سطح الزئبق في المانومتر وعند بدء سماع صوت الدم يسجل قيمة الضغط الأكبر - وعندما يتوقف الصوت تماماً مع خفض الضغط يسجل قراءة المانومتر ثانياً وهو الضغط الانبساطي للقلب وفي الإنسان الشاب العادي يكتب  $\frac{120}{80}$

### ٢- قياس ضغط الهواء في إطار السيارة:

عندما يكون الإطار به هواء تحت ضغط منخفض يكون مساحة الإطار الملامسة للطريق كبير مما يزيد الاحتكاك وعند زيادة الضغط يدفع هواء في الإطار يزيد الضغط يجعل الإطار ممتلئ ومساحة الإطار الملامسة للطريق تقل. وعند نهاية رحلة يسغن الإطار ويزيد الضغط داخله ويقاس ذلك باستخدام المانومتر وهناك أنواع كثيرة منه حيث يوجد زئبرك ويزيادة الضغط ينكمش وهناك تدريج يمكن بواسطة معرفة قيمة الضغط.



**س١:** أثبت أن وحدات **p.g.h** هي وحدات ضغط.

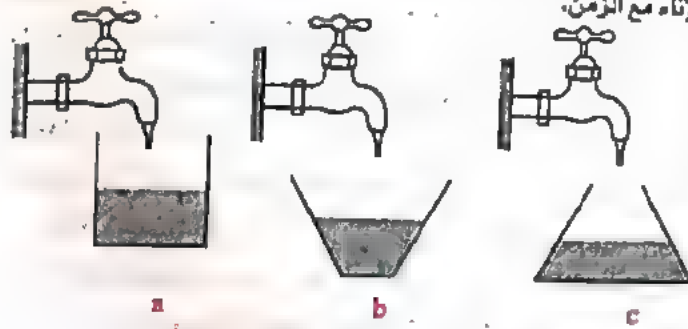
**الحل:**

$$\text{نحسب وحدات } p.g.h \text{ فتكون: } = \text{م} \times \frac{\text{م}}{\text{ث}^2} \times \frac{\text{كجم}}{\text{م}^2} = \frac{\text{كجم}}{\text{م} \cdot \text{ث}^2}$$

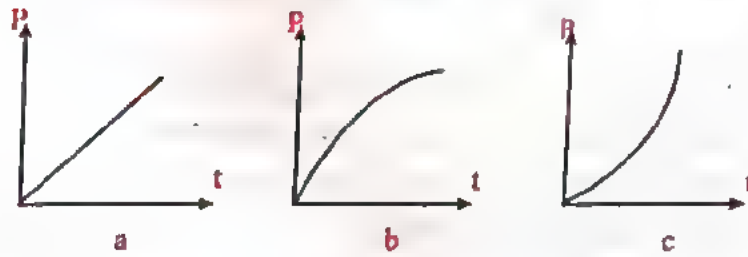
وهي نفس وحدات الضغط



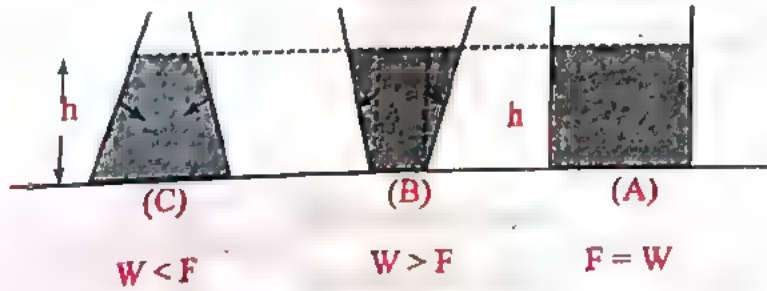
**س٢:** ثلاث حنفيات معدل تدفق الماء من كل منهما متساوي كل منهما تملأ خزان كما بالشكل أرسم العلاقة البيانية بين الضغط للسائل على قاعدة الإناء مع الزمن.



**الحل:**



**س٣:** متى يكون ضغط السائل على قاعدة إناء يساوي وزن السائل فوقها ومتى يكون أكبر ومتى يكون أقل وضع بالرسم



لأن القوة:

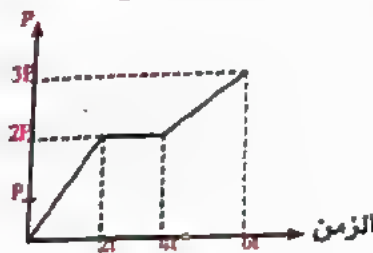
أما الوزن: هو  $mg$ ،  $m$  الكتلة الكلية

$$F_p = P \cdot A = \rho \cdot gh \cdot A$$

**س٤:** صنوبر يتدفق الماء منه بمعدل ثابت ليملاً خزان كما بالشكل يوجد حاجز ارتفاع  $2h$  أرسم العلاقة بين ضغط السائل على القاعدة والزمن.

**الحل:**

حيث أن معدل التدفق ثابت يملأ الجانب الأيسر تحت الصنوبر أولاً ثم لا يرتفع الماء باستمرار التدفق لأنه يملأ الجانب الأيمن حتى يمتلئ ثم يرتفع بمعدل أقل كما بالشكل.



**مثال (١):**

في إحدى الاختبارات الهندسية إحدى الانبوتتين فارتفع الزيت كثافة الزيت  $13600 \text{ كجم/م}^3$

**الحل:**

**مثال (٢):**

إلى أي ارتفاع يمكن أن يسكن.

**الحل:**

**مثال (٣):**

بارومتر زئبقي يقرأ على حسب متوسط كثافة الزئبق

**الحل:**

زئبق فرق ارتفاع الزئبق  $h$  ومنه

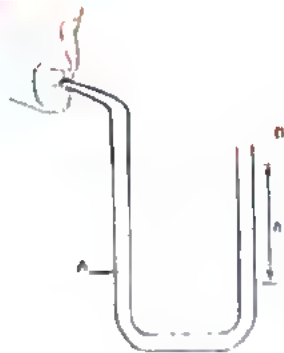
**مثال (٤):**

إذا كان ارتفاع الزئبق المحسوب بوحدة (أ) سم زئبق

**الحل:**







أمثلة

مثال (٢٩)

في إحدى الاختبارات البسيطة للزئبق يطلب من المريض أن ينفخ بكل قوته عمود زئبق في إحدى الأنبوبتين فارتفع الزئبق بمسافة 6 سم فما قيمة الضغط داخل رئتي الشخص علماً بأن كثافة الزئبق 13600 كجم/م<sup>3</sup>.

الحل:

$$P \text{ (في الرئة)} = P_a + \rho g h$$

$$= 76 + 6 = 82 \text{ cm}$$

$$= 0.82 \times 13600 \times 9.8 = 1.093 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

مثال (٣٠)

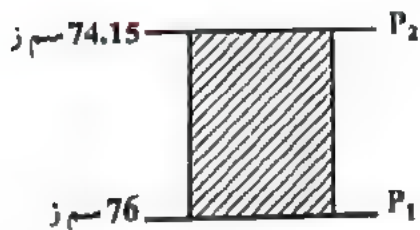
إلى أي ارتفاع يمكن أن يرتفع الماء في مواسير مياه أحد المباني إذا كان فرق الضغط في الدور الأرضي طبقاً لمقاييس الضغط هو  $3 \times 10^5$  ن/م<sup>2</sup>.

الحل:

$$h = \frac{\Delta P}{\rho g} = \frac{3 \times 10^5}{1000 \times 9.8} = 30.6 \text{ m}$$

مثال (٣١)

بارومتر زئبقي يقرأ عند الطابق الأرضي 76 سم زئبق ويقرأ عند الطابق العلوي 74.15 سم زئبق فإذا كان ارتفاع المبنى 200 متر احسب متوسط كثافة الهواء بين الطابقين.



$$\Delta P = \rho_1 g h_1 = \rho_2 g h_2$$

$$(\text{زئبق}) \rho_1 h_1 = \rho_2 h_2 (\text{هواء})$$

$$h_2 \text{ فرق ارتفاع الزئبق } \rho_1 \text{ كثافة الهواء } h_1 \text{ ارتفاع المبنى}$$

$$P_1 \times 200 = 13600 \times 1.85 \times 10^2$$

$$P_1 = 1.258 \text{ كجم/م}^3 \text{ ومنه}$$

الحل:

مثال (٣٢)

إذا كان ارتفاع الزئبق في الفرع المفتوح الخالص للمانومتر أعلى من الفرع المتصل بالمستودع بمقدار 24 سم احسب ضغط الغاز المحبوس بوحدة:

(أ) سم زئبق. (ب) الضغط الجوي. (ج) بالنيوتن/م<sup>2</sup>. (د) البار. (هـ) التور.

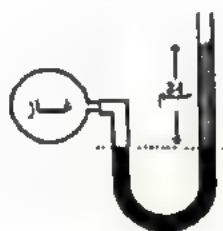
$$P = P_a + h = 76 + 24 = 100 \text{ cm}$$

$$P = 100 + 76 = 1.31 \text{ ضغط جوى}$$

$$P = 1.31 \times 1.013 \times 10^5 = 1.33 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

$$P = 1.33 \text{ بار}$$

$$P = 1000 \text{ تور}$$



الحل:

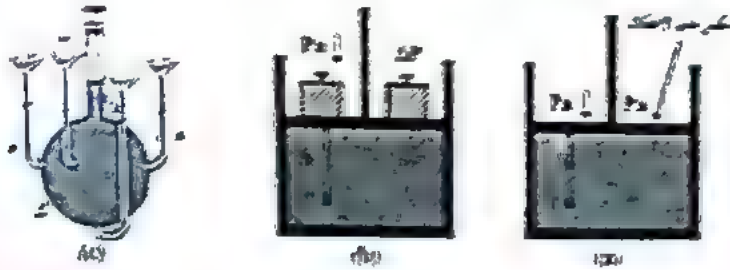


## مبدأ باسكال (Pascal's Principle)

من المعروف أن الموائع تنقل بالضغط الواقع عليها فيغير حجمها ولكن السوائل غير قابلة للانضغاط فلا يتغير حجمها.

### انتقال الضغط في السوائل

يوضح الشكل (1) قيمة الضغط عند نقطة أ أسفل من مكان مكبس عديم الاحتكاك.



الضغط عند (أ) حيث  $P_1$  الضغط أسفل المكبس مباشرة  $P = P_1 + \rho gh$

(ويسمى  $P_0$  + الضغط الناتج عن المكبس)

وعند زيادة الضغط على المكبس بمقدار  $\Delta P$  وذلك موضع نقل الضغط على المكبس يصبح الضغط  $P = \Delta P + P_1 + \rho gh$  ونلاحظ عدم تحرك المكبس للشكل لعدم قابلية السائل للانضغاط ولن مقدار الزيادة في الضغط  $\Delta P$  قد تنتقل من المكبس في جميع نقاط السائل في جميع الاتجاهات.

وقد بنى على هذه الفكرة مبدأ باسكال (1623 - 1662)

### قاعدة باسكال

عندما يؤثر ضغط على سائل محبوس في إناء فإن الضغط ينتقل بتمامه إلى جميع أجزاء السائل كما ينتقل إلى جدران الإناء المحتوى على السائل.

### تطبيقات على قاعدة باسكال

توجد عدة تطبيقات على مبدأ باسكال منها:

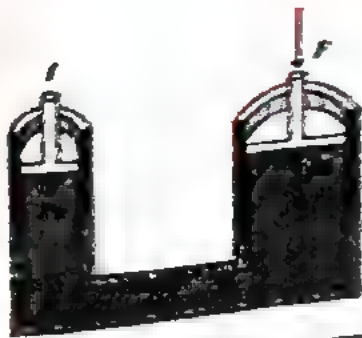
- 1- المكبس الهيدروليكي.
- 2- كرسي ألياء الأسنان.
- 3- مكبس رفع السيارات في محطات الخدمة.
- 4- القواريل الهيدروليكية في السيارات.

### المكبس الهيدروليكي

تفرض منه الحصول على قوة كبيرة من قوة صغيرة.

#### تركيبه:

تركيبه كما بالشكل من مكبس صغير مساحة مقطعه (a) ومكبس كبير مساحة مقطعه (A) ومعكم القوي يملأ الحيز بينهما بسائل متساوياً عندما تؤثر قوة صغيرة (f) على المكبس الصغير توك ضغط  $P = \frac{f}{a}$  ينتقل هذا الضغط بتمامه خلال السائل إلى السطح السفلي للمكبس الكبير فتؤثر عليه بقوة F.



$$P = \frac{f}{a} = \frac{F}{A} \quad \therefore F = \frac{A}{a} \cdot f$$



### الفائدة الآلية للمكبس الهيدروليكي

هي النسبة بين مساحة المكبس الكبير إلى مساحة المكبس الصغير.  
حيث  $K$ ، نصف قطر المكبس الكبير والصغير.  
 $\eta = \frac{A}{a} = \frac{F}{f} = \frac{R^2}{r^2}$   
(إذا كان المكبران في مستوى أفقي واحد)

لذلك ما جعل قولنا أن الفائدة الآلية للمكبس الهيدروليكي = 100

تأتي أن النسبة بين مساحة المكبس الكبير إلى مساحة المكبس الصغير هي 100

إذا تحرك المكبس الصغير مسافة  $y_1$  للأسفل تحت تأثير القوة يتحرك المكبس الكبير مسافة  $y_2$  إلى أعلى تحت تأثير القوة  $F$  وحيث أنهما عديم الاحتكاك تماما، وتبعا لقانون بقاء الطاقة يكون

الشكل الأول على المكبس الصغير - الشكل الثاني على المكبس الكبير

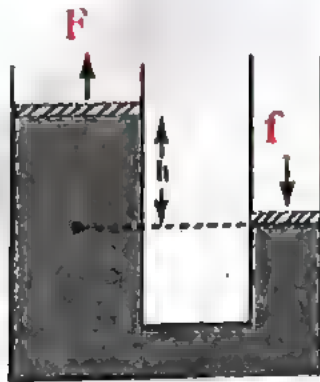
$$F \cdot y_1 = P \cdot y_2$$

$$P = \frac{y_1}{y_2} \cdot F$$

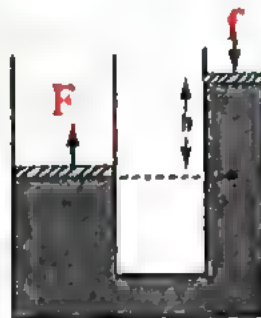
$$\eta = \frac{F}{P} = \frac{A}{a} = \frac{y_1}{y_2} = \frac{R^2}{r^2} = \frac{V_1}{V_2}$$

لذلك يمكن حساب الفائدة  
الفائدة الآلية

أي النسبة بين المسافة التي يتحركها المكبس الصغير إلى المسافة التي يتحركها المكبس الكبير، أو سرعة حركة المكبس الصغير إلى سرعة حركة المكبس الكبير.



$$\frac{F}{A} + \rho \cdot g h = \frac{f}{a}$$



$$p = \frac{F}{A} = \frac{f}{a} + \rho \cdot g h$$

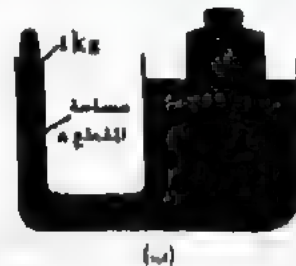
في هذه الحالة  $\frac{F}{A} = \frac{f}{a}$

وتكون الفائدة الآلية =  $\frac{A}{a}$  وليس  $\frac{F}{f}$

إذا كان أحد المكبران أعلى  
من الآخر.

استخدام المكبس الهيدروليكي

استخدام المكبس الهيدروليكي في رفع السيارات في محطات الخدمة حيث يدفع هواء مضغوط بقوة على مكبس صغير وينتقل الضغط إلى مكبس كبير يجعل السيارة كما بالشكل، وكذلك في عمل الفرامل الهيدروليكية لإيقاف السيارات أو تقليل سرعتها.





آلة ضغط هيدروليكي مساحة مقطع المكبس الكبير  $1300 \text{ cm}^2$  ومساحة مقطع المكبس الصغير  $26 \text{ cm}^2$  فإذا أثرت قوة مقدارها  $100 \text{ N}$  على المكبس الصغير، فاحسب القوة التي تؤثر على المكبس الكبير.

**الحل:**

$$\frac{f}{a} = \frac{F}{A}$$

$$\frac{100}{26 \times 10^{-4}} = \frac{F}{1300 \times 10^{-4}} \quad \therefore F = 5000 \text{ N}$$

مضخة هيدروليكية مساحة مقطع المكبس الكبير فيها  $1000 \text{ سم}^2$  ومساحة مقطع المكبس الصغير  $20 \text{ سم}^2$  احسب القوة التي تمثل في المكبس الصغير لرفع جسم كتلته  $2 \text{ طن}$  وما هي الفائدة الميكانيكية (الطن  $1000 \text{ كجم}$ ).

**الحل:**

$$F = \frac{f}{a} = \frac{F}{A} \quad \therefore F = mg$$

$$f = \frac{20 \times 10^{-4} \times 2000 \times 9.8}{1000 \times 10^{-4}} = 392 \text{ N}$$

$$\eta = \frac{A}{a} = \frac{1000}{20} = 50$$

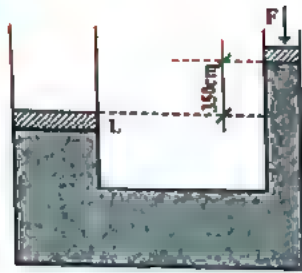
الفائدة الآلية

- في مكبس هيدروليكي كانت النسبة بين نصفى القطرين هي  $5 : 2$  احسب:
- النسبة بين الضغط الواقع على كل من المكبس الكبير والصغير.
  - النسبة بين القوة على كل من المكبس الكبير والمكبس الصغير.
  - الفائدة الآلية للمكبس.
  - النسبة بين المسافة التي يتحركها الكبير إلى المسافة التي يتحركها الصغير.
  - النسبة بين الشغل في الكبير إلى الشغل في الصغير.

**الحل:**

- حسب قاعدة بسكال الضغط واحد على المكبسين النسبة بينهما  $(1 : 1)$
- النسبة بين القوتين  $\frac{F}{f} = \frac{A^2}{a^2} = \frac{25}{4}$
- الفائدة الآلية  $\eta = \frac{25}{4}$
- النسبة بين المسافة التي يتحركها الكبير إلى الصغير هي  $25 : 4$
- الشغل المبذول واحد في كل المكبسين  $\therefore$  النسبة هي  $1 : 1$





في المكبس الهيدروليكي الموضح بالشكل كتلة الاسطوانة  $L = 1300$  كجم ومساحة مقطعه  $0.2 \text{ m}^2$  ومساحة مقطع المكبس الصغير  $30 \text{ cm}^2$  والمكبس مملوء بزيوت كثافته النسبية  $0.78$  احسب قيمة  $F$  لحدوث الاتزان بحيث يبقى المكبس الصغير في موضعه أعلى مستوى الكبير بمسافة  $350$  سم.

**الحل:**

الضغط تحت الثقل  $L$  = الضغط تحت المكبس الصغير + الضغط الناشئ عن عمود الزيت الذي طوله  $350$  سم.

$$\frac{F}{A} = \frac{f}{a} + gh \rho$$

$$\frac{1300 \times 9.8}{0.2} = \frac{f}{30 \times 10^{-4}} + 780 \times 9.8 \times 3.5$$

$$f = 111 \text{ N}$$

ومنها

**ملاحظة:**

• يشترط في السائل في المكبس أن لا تتكون فيه فقاعات غازية حتى ينتقل الضغط بتمامه.

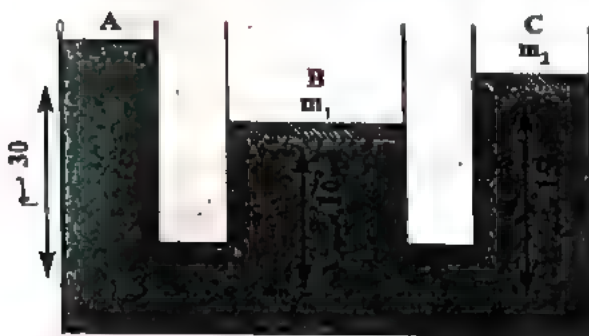
**مثال ٤:**

في الشكل مساحة المكابس  $A, B, C$  هي  $5 \text{ سم}^2, 12 \text{ سم}^2, 8 \text{ سم}^2$  والمكبس مملوء بالماء! المطلوب حساب:

١- ضغط الماء على القاع.

٢- الكتلة  $m, m_2$

٣- ارتفاع الماء في كل فرع عند زوال الكتلة.



**الحل:**

١- ضغط الماء عند قاع A وهو ثابت لكل منهم.  $P = \rho gh = 1000 \times 9.8 \times 0.3 = 2940 \text{ N/m}^2$

٢- لحساب  $m_1$   $p = \Delta p + \rho gh$

$$2940 = \frac{m_1 \times 9.8}{12 \times 10^{-4}} + 1000 \times 9.8 \times 0.1$$

$$m_1 = 0.24 \text{ Kg}$$

$$2940 = \frac{m_2 \times 9.8}{8 \times 10^{-4}} + 1000 \times 9.8 \times 0.15$$

$$m_2 = 0.12 \text{ Kg}$$

عند زوال الكتلة فإن الحجم الزائد عن مستوى المكبس B (الأقل ارتفاعاً) يكون:

$$20 \times 5 + 5 \times 8 = 140$$

يتوزع هذا الحجم على المكابس كلها بنفس الارتفاع  $h$

$$140 = h(5 + 12 + 8) \quad \text{سم } h = 5.6$$

∴ الارتفاع في كل فرع =  $5.6$  سم

حالة أخرى: عند زوال الكتلة يصبح الارتفاع واحد وليكن  $h$

$$5 \times 30 + 12 \times 10 + 8 \times 15 = 5h + 12h + 8h$$

$$\therefore h = 15.6 \text{ سم}$$



## ملخص الفصل

### أولاً القوانين الهامة

#### الفصل الثالث: خواص الموائع الساكنة:

$$\rho = \frac{m}{V_{ol}}$$

١- الكثافة ( $\rho$ ) هي كتلة وحدة الحجم من المادة وحداتها: كجم/م<sup>٣</sup>.

$$\text{٢- الكثافة النسبية لمادة} = \frac{\text{كثافة المادة}}{\text{كثافة الماء}} = \frac{\text{كتلة حجم معين من المادة}}{\text{كتلة نفس الحجم من الماء}}$$

في نفس درجة الحرارة

$$\text{كثافة المادة} = \text{الكثافة النسبية للمادة} \times 1000$$

٣- حساب كثافة الخليط «سوائل - سيئات». (مع عدم تغير الحجم بسبب الخلط)

$$m = m_1 + m_2 + \dots$$

$$\rho_{\text{خليط}} = \frac{m}{V_{ol}} = \frac{\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2 + \dots}{V_1 + V_2 + \dots}$$

#### الضغط P

«يقدر بمقدار القوة المتوسطة المؤثرة عمودياً على وحدة المساحات عند تلك النقطة».

٤- حساب الضغط:

$$(أ) \text{ إذا كانت القوة عمودية على السطح، نيوتن / م}^2 \quad P = \frac{F}{A} = \frac{mg}{A}$$

$$(ب) \text{ إذا كانت القوة تصنع زاوية } \theta \text{ مع العمود على السطح} \quad P = \frac{F \cos \theta}{A}$$

٥- ضغط سائل عند نقطة على عمق  $h$  تحت سطحه.  $P = \rho \cdot g \cdot h$

٦- الضغط الكلي في باطن السائل ساكن.  $P = P_a + \rho \cdot g \cdot h$

٧- الضغط الكلي عند قاع إناء به أكثر من سائل لا تمتزج معاً.

$$P = P_a + \rho_1 \cdot g \cdot h_1 + \rho_2 \cdot g \cdot h_2 + \dots$$

٨- الأنابيب ذات الشعبتين  $\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2$

وتستخدم لقياس كثافة سائل بمعلومية كثافة سائل آخر لا يمتزج معه عملياً.

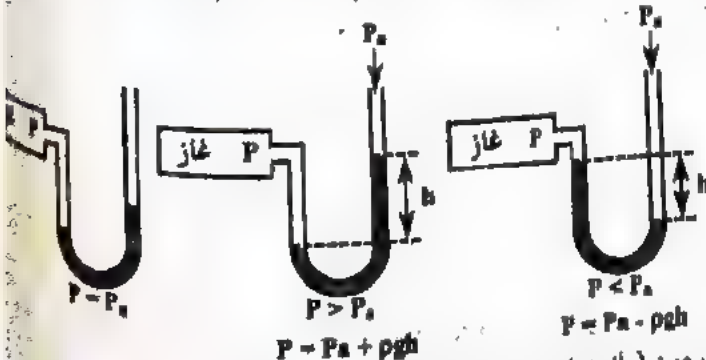
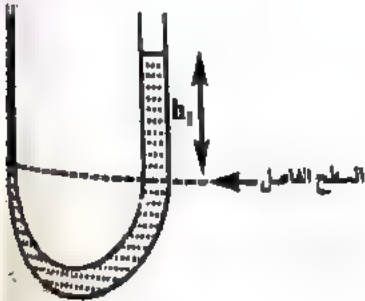
٩- البارومتر الزئبقي  $P_a = \rho \cdot g \cdot h$

حيث  $\rho$  كثافة الزئبق،  $h$  ارتفاعه في البارومتر عن مستواه في الحوض.

وحدات الضغط: نيوتن/م<sup>٢</sup> = جول/م<sup>٢</sup> = كجم/م<sup>٣</sup> = باسكال، بار = ١٠ نيوتن/م<sup>٢</sup>، تور = ١ مم زئبق.

١٠- المانومتر: يستخدم لقياس فرق الضغط لغاز

محبوس ويمكن حساب الضغط المطلق.



حيث ( $h$ ) فرق الارتفاع بين سطحي الزئبق في الفرعين (بالمتر)





٩١- استخدام البارومتر الزئبقي لمعرفة الارتفاع العمودي لجبل أو مبنى وغيره.  
الفرق في قراءتي البارومتر أعلى وأسفل الجبل = الفرق في الضغط للهواء الذي ارتفاعه  $h$  (هواء).

$$\rho_2 gh_2 = \rho_1 gh_1 \text{ (هواء)}$$

$$\rho_2 h_2 = \rho_1 h_1 \text{ (هواء)}$$

$\rho_1$  كثافة الزئبق،  $\rho_2$  كثافة الهواء المتوسطة  $h_1$  فرق قراءتي البارومتر،  $h_2$  ارتفاع الجبل

**قاعدة باسكال:**

عندما يؤثر ضغط على سائل محبوس في إناء فإن الضغط ينتقل بتمامه إلى جميع أجزاء السائل كما ينتقل إلى جدران الإناء المحتوي على السائل.

**المكبس الهيدروليكي:**

٩٢- إذا كان المكبران في مستوى أفقي واحد ومتزان  $\frac{F}{a} = \frac{F}{A}$   

$$\frac{\text{القوة المؤثرة على المكبس الصغير}}{\text{مساحة المكبس الصغير}} = \frac{\text{القوة المؤثرة على المكبس الكبير}}{\text{مساحة المكبس الكبير}}$$

٩٣- الفائدة الآتية  $\eta = \frac{F}{f} = \frac{A}{a} = \frac{y_1}{y_2} = \frac{R^2}{r^2} = \frac{V_1}{V_2} (\eta)$

$(y_1)$  إزاحة المكبس الصغير ونصف قطره  $r$  إزاحة المكبس الكبير ونصف قطره  $R$

$V_1$  سرعة الصغير  $V_2$  سرعة الكبير.

٩٤- الشغل المبذول بالمكبس الصغير = الشغل المبذول بالمكبس الكبير.

$$Fy_2 = fy_1$$

**ثانياً: ما معنى قولنا أن:**

١- كثافة الحديد 8000 كجم/م<sup>٣</sup>

• أي أن كتلة 1 م<sup>٣</sup> من الحديد = 8000 كجم.

٢- الكثافة النسبية للزيت 0.8

• أي أن النسبة بين كثافة الزيت إلى كثافة الماء في نفس درجة الحرارة = 0.8

• أو كتلة حجم معين من الزيت إلى كتلة نفس الحجم من الماء في نفس درجة الحرارة = 0.8

٣- الضغط عند نقطة 80 نيوتن/م<sup>٢</sup>

• أي أن القوة المتوسطة المؤثرة عمودياً على وحدة المساحات عند تلك النقطة = 80 نيوتن.

٤- ضغط غاز محبوس 4 ضغط جوي.

• أي أن القوة التي يؤثر بها الغاز المحبوس على وحدة المساحات من السطح  $4 \times 1.013 \times 10^5$  نيوتن.

٥- الفائدة الآتية للمكبس الهيدروليكي 100

• أي أن النسبة بين مساحة المكبس الكبير إلى مساحة المكبس الصغير = 100

٦- الضغط الجوي عند سطح البحر في وقت ما 1.013 بار.

• أي أن وزن عمود من الهواء الجوي مساحة مقطعه الوحدة وارتفاعه من سطح البحر حتى قمة الغلاف الجوي =  $1.013 \times 10^5$  نيوتن.

• الضغط الجوي يعادل الضغط الناتج عن قوة  $1.013 \times 10^5$  نيوتن تؤثر عمودياً على وحدة المساحات عند سطح البحر.



٧- الضغط عند نقطة في باطن سائل  $10^3 \times 10^3$  نيوتن/م<sup>2</sup>.

• أي أن القوة المتوسطة المؤثرة عمودياً على وحدة المساحات عند تلك النقطة  $= 10^3 \times 10^3$  نيوتن.

١- تصبح ضغوط عموديات السائل عمودية	وذلك من العلاقة $P = \frac{F}{A}$ كلما زادت المساحة يقل الضغط في حتى لا تتعوض العربات في الطريق.
٢- قوة لحياسة ذات طرف مدب.	وذلك من العلاقة $P = \frac{F}{A}$ كلما قلت المساحة يزيد الضغط مع نفس القوة فتخترق أكثر.
٣- الأولى المستطرفة يكون فيها السائل في مستوى أفقي واحد.	لأن الضغط متساوي في جميع النقط في سائل واحد في مستوى أفقي واحد ويكون (h) واحداً فيها بشرط أن لا تكون أحداً من أنبوية شعيرية.
٤- لا تصق قاعدة بامكال على الغازات والمواد (مثل الرمل).	لأن الغاز قابل للانضغاط فيقلد جزء من الشغل في تقاوس الحجم فلا ينتقل كاملاً والمواد مثل الرمل لا ينتقل الضغط خلاله.
٥- تسمى السند بحيث تكون من أسفل أكثر سمكا من أعلى.	لأن ضغط الماء يزيد بزيادة العمق وذلك تكون القوة على جسم السند من أسفل أكبر منها من أعلى فيكون الجسم عريض من أسفل حتى يتعمل الضغط.
٦- أنبوية بارومترية مملوءة بالزئبق وتكسر عمودياً في حوض به زئبق ولا يوجد بها فراغ تورشيلي.	يكون طول الأنبوية فوق سطح الزئبق في الحوض أقل من لو يساوى ٧٦ سم فلا يوجد بها فراغ تورشيلي.
٧- أنبوية بارومترية مملوءة بالزئبق وضوئها متر وتكسر في حوض به زئبق ولا يوجد بها فراغ.	تكون في هذه الحالة مائلة بشرط أن لا يتجاوز ارتفاعها الرأس عن 76 سم.
٨- قد يستخدم الماء في البارومتر ولكن لا يستخدم في البارومتر.	يستخدم الماء في البارومتر لقياس الفروق الصغيرة في الضغط لأن كثافة الماء أقل من كثافة الزئبق لذلك يكون الارتفاع ملحوظ. بينما لا يستخدم الماء في البارومتر لأن ارتفاع الماء بها يكون كبيراً يصل إلى 10.3 متراً.
٩- الضغط في سائل واحد في مستوى أفقي واحد متساوي.	لأن جميع النقاط في هذا المستوى على عمق واحد من سطح السائل وكما أن كثافته واحدة لذلك يكون الضغط متساوي فيها لأن $P = \rho \cdot g \cdot h$
١٠- عند زيادة الضغط على مكبس في إناء به سائل لا يتحرك المكبس لأسفل.	وذلك لأن السائل غير قابل للانضغاط والمسافات البينية بين الجزيئات صغيرة فلا ينضغط.
١١- قد يحدث نزيف من الأنف عند الارتفاعات العالية.	تتحمل الشعيرات الدموية أكبر فرق ضغط وهي 120 تور الضغط الانقباضي وعند الارتفاع العالي يقل الضغط الجوي فيزيد الفرق في الضغط بها لا تتحمل الشعيرات فيحدث نزيف.
١٢- ترتفع درجة حرارة إطار السيارة إذا كان الضغط منخفض فيه عند التحرك.	وذلك إذا كان الضغط منخفض يزيد مساحة التماس بين الإطار والطريق يؤدي إلى زيادة الاحتكاك وسخونة الإطار.
١٣- لا ينضم تكسر الهيدرونيتر فاستغلة الطاقة	لأنه حسب قانون بقاء الطاقة يكون الطاقة والشغل في الكبير = الطاقة والشغل في الصغير.



الجهاز	الفكرة العلمية	الاستخدام
<b>الوحدة الثانية</b> ١- المانومتر	الضغط في مستوى أفقي واحد في سائل واحد متساوي	* قياس فرق الضغط لغاز محبوس والضغط المطلق له.
٢- البارومتر الزئبقي	الضغط في مستوى أفقي واحد في سائل واحد متساوي	* قياس الضغط الجوي، ومعرفة الارتفاع العمودي لمبنى.
٣- الأنبوبة ذات الشعبتين	الضغط في مستوى أفقي واحد في سائل واحد متساوي	* تعيين كثافة سائل وكثافته النسبية بمعلومية سائل آخر معلوم الكثافة.
٤- المكبس الهيدروليكي	قاعدة باستكال	* الحصول على قوة كبيرة من قوة صغيرة وتستخدم في رفع السيارات وغيرها.
٥- الهيجرومتر	الكثافة	* معرفة تركيز الحمض في البطارية لمعرفة أنها مشحونة أم لا.
٦- الفأول الهيدروليكي	قاعدة باستكال	* نقل الضغط من مكان إلى مكان آخر.
٩- جهاز قياس ضغط الدم	فرق الضغط لغاز محبوس	* معرفة قيمة الضغط الانقباضي والانساطي لتنبه مرضى الضغط.
	فرق الضغط لغاز محبوس	* معرفة الضغط في الأوعية الدموية.

#### خاتمة المقالة

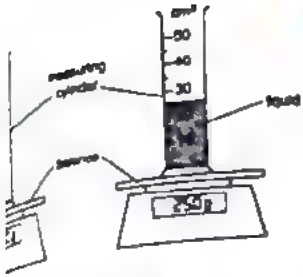
الضغط الانقباضي	الضغط الانساطي
١- يكون فيه ضغط الدم بالشريان أقصى قيمة له.	١- يكون فيه ضغط الدم بالشريان أقل قيمة له.
٢- يحدث عندما تنقل عضلة القلب ويندفع الدم من البطين الأيسر إلى الأورطي ثم إلى الشرايين.	٢- يحدث عند إنقباض عضلة القلب.





## بنك الأسئلة

### أولاً: اختر الإجابة الصحيحة:



١- في الشكل تجريبية لتعيين كثافة سائل كانت النتائج الموضحة فإن الكثافة تساوى .....

(أ)  $0.5 \text{ g/cm}^3$  (ب)  $2 \text{ g/cm}^3$

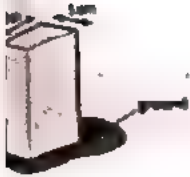
(ج)  $8 \text{ g/cm}^3$  (د)  $10 \text{ g/cm}^3$



٢- في الشكل مكعبان من نفس المادة المكعب الأصغر وزنه  $W$  فإن وزن المكعب الأكبر هو .....

(أ)  $2W$  (ب)  $4W$

(ج)  $8W$  (د)  $16W$



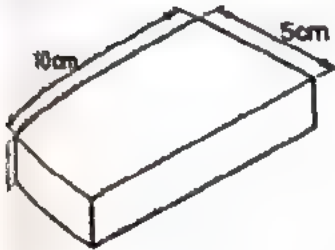
٣- صندوق وزن  $80 \text{ N}$  يوضع على أرض فإن الضغط على الأرض هو .....

(أ)  $0.080 \text{ N/cm}^2$

(ب)  $0.40 \text{ N/cm}^2$

(ج)  $0.80 \text{ N/cm}^2$

(د)  $1.6 \text{ N/cm}^2$



٤- كتلة معدنية كما بالشكل كتلتها  $1000 \text{ g}$  فإن كثافتها هي .....

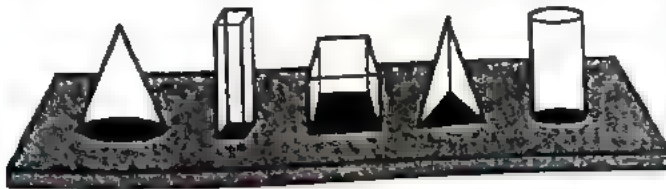
(أ)  $(\frac{5 \times 10}{1000 \times 2}) \text{ g/cm}^3$

(ب)  $(\frac{2 \times 5 \times 10}{1000}) \text{ g/cm}^3$

(ج)  $(\frac{1000 \times 2}{5 \times 10}) \text{ g/cm}^3$

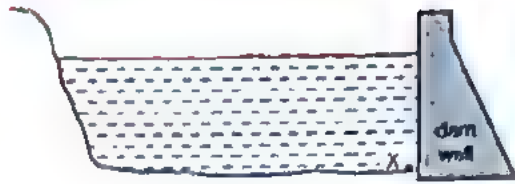
(د)  $(\frac{1000}{2 \times 5 \times 10}) \text{ g/cm}^3$

٥- في الشكل كتلة متساوية ومختلفة مساحة القاعدة فإن علاقة الضغط ومساحة القاعدة تمثل بالشكل .....





٦- في الشكل القوة على السد عند نقطة (X) في نهر ماء يعتمد على .....



(أ) مساحة سطح الماء في النهر.

(ب) عرض النهر

(ج) عمق النهر

(د) سمك السد

٧- في الشكل أكبر ضغط هو الشكل .....

(أ)

(ب)

(ج)

(د)



إطار سيارة



دبوس



شوكة



حذاء

٨- في الشكل غواص يقف في حمام سباحة به ماء مالح وآخر به ماء عذب والعمق مختلف كما بالشكل يكون أكبر ضغط على الغواص في الشكل .....

(أ)

(ب)

(ج)

(د)



ماء عذب



ماء عذب



ماء مالح



ماء مالح

٩- في الشكل كتلة زجاجية توضع على سطح ووزنها Q فإن الضغط لها على السطح هو .....



مساحة الصندوق X

مساحة السطح Y

(أ)  $\frac{P}{X}$

(ب)  $\frac{P}{Y}$

(ج)  $\frac{Q}{X}$

(د)  $\frac{Q}{Y}$

١٠- يوجد لوحان كما بالشكل في الشكل لهما نفس الكتلة متماثلان وضعا على أرضية رملية إحداهما رأسياً والآخر أفقياً فإن القوة والضغط تكون .....



الضغط	القوة	
مختلف	مختلف	(أ)
متساوي	مختلف	(ب)
مختلف	متساوي	(ج)
متساوي	متساوي	(د)

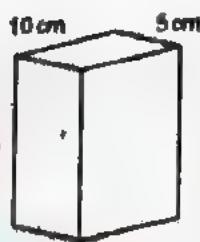
١١- في الشكل وزن الجسم 80N وضع الأرض يكون الضغط له هو .....

(أ)  $\frac{80}{20 \times 10} \text{ N/cm}^2$

(ب)  $\frac{20 \times 10}{80} \text{ N/cm}^2$

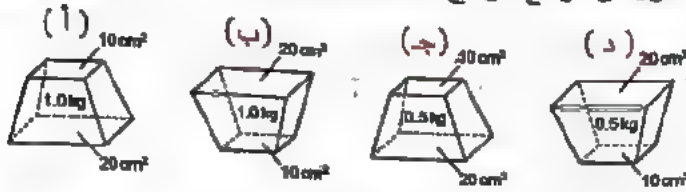
(ج)  $\frac{80}{10 \times 5} \text{ N/cm}^2$

(د)  $\frac{10 \times 5}{80} \text{ N/cm}^2$

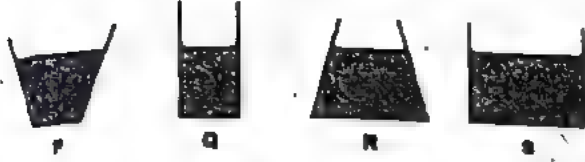




١٢- وضع 4 كتل على سطح مستوي في الوضع الموضح يكون الضغط أكبر على السطح هو:



١٣- في الشكل أواني بها ماء لها نفس العمق -  
التعبير الصحيح هو .....



(ب) أكبر ضغط للماء في الإناء S

(أ) أكبر ضغط للماء في الإناء P

(د) الضغط متساوي على كل قاعدة

(ج) القوة متساوية للماء على كل القاعدة

١٤- لحساب ضغط الصندوق الموضح يجب معرفة .....

(ب) مساحة القاعدة ووزن الصندوق

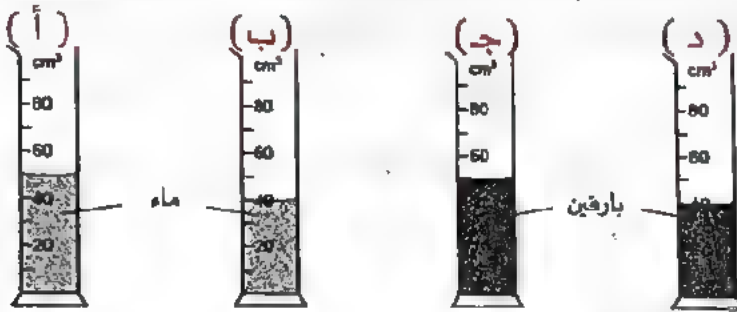
(أ) مساحة القاعدة وحجم الصندوق

(د) كتلة الصندوق وحجم الصندوق

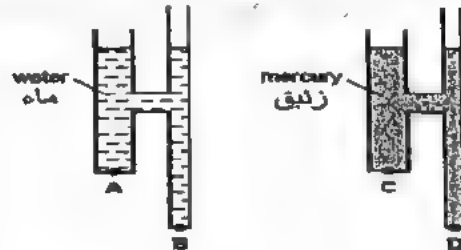
(ج) كتلة الصندوق وارتفاعه



١٥- بالشكل 4 أسطوانات بها ماء كثافته  $1000 \text{ Kg/m}^3$  وبارافين كثافته  $800 \text{ kg/m}^3$  فإن أقل ضغط على القاعدة هو .....

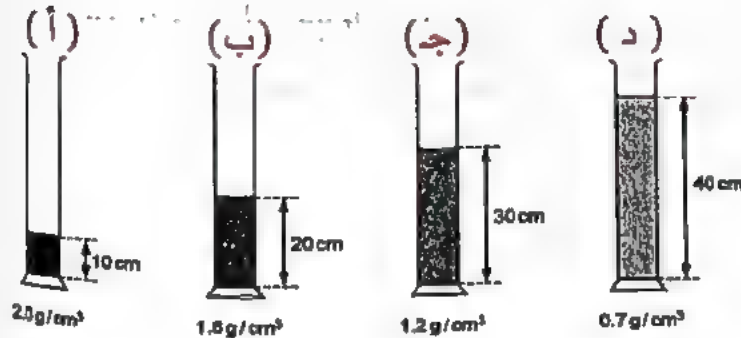


١٦- في الشكل أنابيب بها زيت وقوماء يكون أكبر ضغط عند النقطة .....



١٧- في الشكل سوائل مختلفة لكثافة فإن

أكبر ضغط هو .....





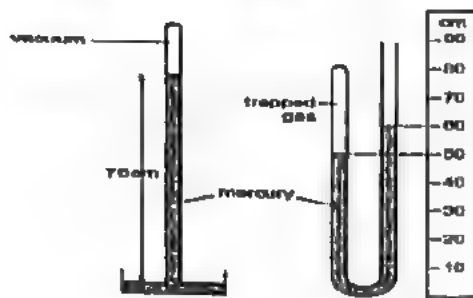
١٨- في الشكل أواني بها نفس السائل فإن أكبر ضغط عند النقطة .....



١٩- في الشكل يارومتر زئبقي الضبط الجوي يعبر عنه الارتفاع .....

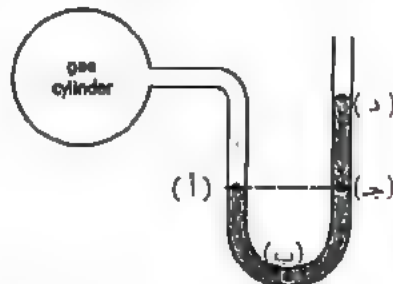


٢٠- في الشكل ضغط الغاز المحبوس .....



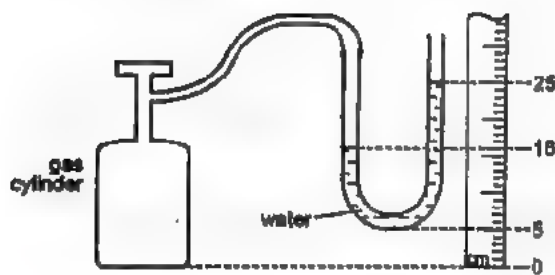
- (أ) 10cm زئبق
- (ب) 50cm زئبق
- (ج) 66cm زئبق
- (د) 86cm زئبق

٢١- في الشكل أكبر ضغط عند نقطة .....

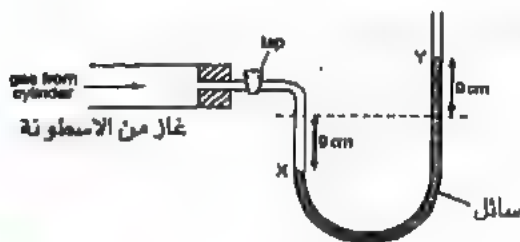


٢٢- في الشكل إسطوانة بها غاز يتصل بمانومتر مائي يكون فرق

- الضغط داخل الأسطوانة يساوي ..... (cm) ماء.
- (أ) 9
- (ب) 16
- (ج) 20
- (د) 25



٢٣- في الشكل مانومتر به سائل عند فتح الصنبور ارتفاع السائل كما بالشكل فإن الضغط الغاز يعادل ضغط .....



- (أ) 18cm من السائل أعلى من الضغط الجوي
- (ب) 18cm من السائل أقل من الضغط الجوي
- (ج) 9cm من السائل أعلى من الضغط الجوي
- (د) 9cm من السائل أقل من الضغط الجوي



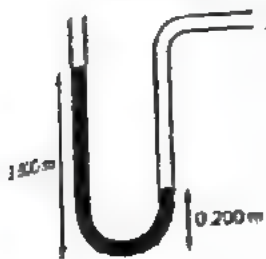
٢٤- في الشكل مانومتر به سائل الفرع (أ) مفتوح على الهواء ضغطه (ب) والفرع (ب) يتصل بغاز عند ضغط (ب) يكون الطول (ب) ضغطه يساوي ...



$$P_1 = P_2$$

$$P_1 = P_2 + \rho g h$$

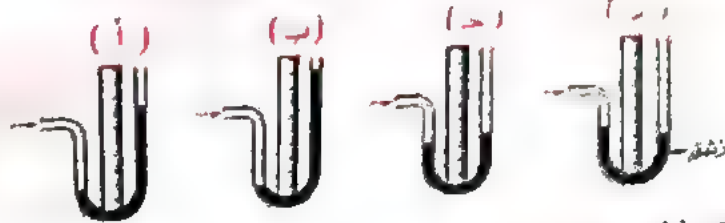
٢٥- في المانومتر الزئبقي الموضح يكمل بمستودع غاز (ب) وكثافة (ب) إلى مستودع غاز (أ) فإن ضغط الغاز بالمستودع هو ...



$$P_1 = P_2 + \rho g h$$

$$P_1 = P_2 + 13600 \times 9.81 \times 0.200$$

٢٦- في الشكل مانومتر مائي يكمل بمستودع غاز فإذا استبدل الماء بالزئبق يكون شكل المانومتر هو ...



٢٧- الضغط الجوي اعتماداً بمائل ...

$$P_1 = P_2 + \rho g h$$

$$P_1 = P_2 + 1000 \times 9.81 \times 1.5$$

٢٨- في شكل الهيدروليك الضغط على المكبس الكور إلى الضغط على المكبس الصغير تكون ...

$$P_1 = P_2$$

$$P_1 = P_2 + \rho g h$$

٢٩- أي التغيرات الآتية تقل ارتفاع السائل في البارومتر ...

$$P_1 = P_2$$

$$P_1 = P_2 + \rho g h$$

٣٠- أي التغيرات الآتية لا يؤثر على الضغط عند نقطة في باطن سائل ...

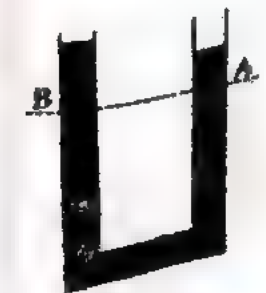
$$P_1 = P_2$$

$$P_1 = P_2 + \rho g h$$

٣١- كثافة قنينة زجاجية مملوءة بالماء في المكبس الهيدروليك ...

$$P_1 = P_2$$

$$P_1 = P_2 + \rho g h$$

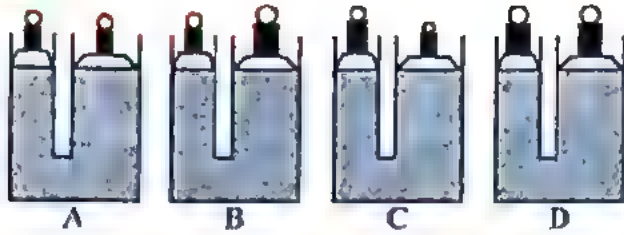


$$P_1 = P_2$$

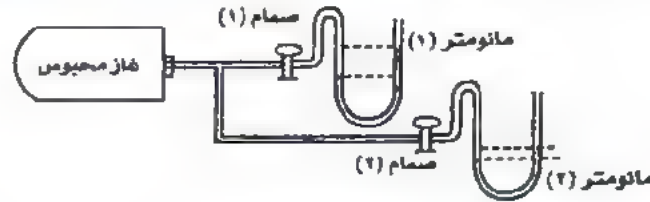
$$P_1 = P_2 + \rho g h$$



٣٢- هي في الأشكال الأربعة يكون توتيتب وضع الثقليين الخفيف والتثول صمحيصا لكي يحافظ على إنزان المكسبين في مستوى واحد هو الشكل .....



٣٤- الشكل الذي أمامك يبين مانومتران متصلان بمستودع غاز - إذا كان المانومتران يختلفان في نصف قطر كل منهما ويحتويان على سائلين مختلفين. أذكر أي من الأسباب الآتية يرجع إليه اختلاف ارتفاع السائل في المانومتريين.

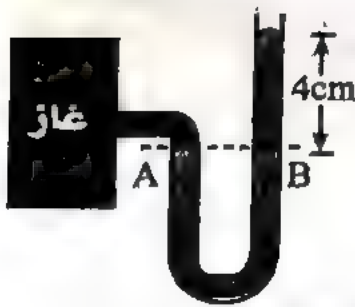


- (١) نصف قطر أنبوبة المانومتر (١) أقل من نصف قطر أنبوبة المانومتر (٢).  
 (ب) كثافة السائل في المانومتر (١) أكبر من كثافة السائل في المانومتر (٢).  
 (ج) كثافة السائل في المانومتر (١) أقل من كثافة السائل في المانومتر (٢).  
 (د) الصمام (١) أعلى من الصمام (٢).  
 (هـ) الصمام (١) أقرب لمستودع الغاز من الصمام (٢).

٣٥- في الشكل المقابل:

إذا كان الضغط الجوي يساوي 0.76 متر زئبق، فإن ضغط غاز ثاني أكسيد الكربون في المستودع يساوي .....

- (أ) 8  
 (ب) 80  
 (ج) 800  
 (د) 8000



٣٦- الضغط على المكبس الكبير ..... الضغط على المكبس الصغير عندما يكونا في مستوى أفقي واحد.

- (أ) أقل  
 (ب) تساوي  
 (ج) أكبر  
 ٣٧- القوة المؤثرة على المكبس الكبير ..... القوة المؤثرة على المكبس الصغير.

- (أ) أقل  
 (ب) تساوي  
 (ج) أكبر  
 ٣٨- سرعة حركة المكبس الكبير ..... سرعة حركة المكبس الصغير.

- (أ) أقل  
 (ب) تساوي  
 (ج) أكبر  
 ٣٩- قياس الضغط للغاز محبوس بالوحدات الآتية ما عدا .....

- (أ) بار  
 (ب) نيوتن/م<sup>٢</sup>  
 (ج) باسكال  
 (د) دين

٤٠- إذا كانت النسبة بين نصفي القطرين في المكبس الهيدروليكي 9:١ فإن النسبة بين القوة على الكبير إلى القوة على الصغير هي .....

- (أ) 9:2  
 (ب) 2:9  
 (ج) 4:23  
 (د) 1:3



١١- ضغط مقدار  $h$  مم زئبق يعادل ضغط .....

- (أ)  $h$  مللي بار (ب)  $h$  مللي باسكال  
(ج)  $h$  تور (د)  $h$  غوش/م

١٢- باستخدام الأنبوية ذات الشعبتين فإن كثافة الكروميوم النسبية تساوي .....

- (أ)  $h_1 h_2$  (ب)  $\frac{h_1}{h_2}$  (ج)  $\frac{h_2}{h_1}$  (د)  $h_1 + h_2$

١٣- طول فراغ تورشيلي في أنبوية بارومترية رأسية ..... طوله عندما تصبح مائلة

- (أ) أكبر (ب) أقل (ج) يساوي

١٤- ضغط عمود زئبق طوله 70 سم ومساحة مقطعة 4 سم<sup>2</sup> ..... ضغط عمود زئبق طوله 70 سم ومساحة مقطعة 2 سم<sup>2</sup>.

- (أ) أكبر (ب) أقل (ج) يساوي

١٥- في المكبس الهيدروليكي الضغط على المكبس الكبير ..... الضغط على الصغير إذا كان الكبير أعلى من مستوى الصغير.

- (أ) أكبر (ب) أقل (ج) يساوي

١٦- في المكبس الهيدروليكي المسافة التي يتحركها الكبير ..... المسافة التي يتحركها الصغير.

- (أ) أكبر (ب) أقل (ج) يساوي

١٧- في المكبس الهيدروليكي الشغل المبذول في المكبس الكبير ..... الشغل المبذول في المكبس الصغير.

- (أ) أكبر (ب) أقل (ج) يساوي

١٨- في المكبس الهيدروليكي الضغط على المكبس الكبير ..... الضغط على الصغير إذا كان مستوى الصغير أعلى من مستوى الكبير.

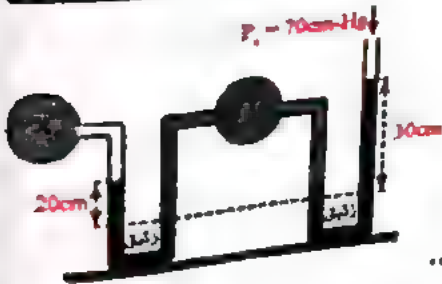
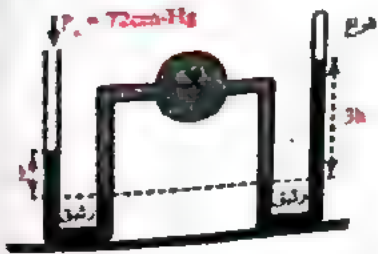
- (أ) أكبر (ب) أقل (ج) يساوي

١٩- ضغط الغاز في المستوع  $X$  هو ..... cm Hg

- (أ) 114 (ب) 108 (ج) 102 (د) 96

٢٠- ضغط الغاز في المستوع  $X$  هو ..... cm Hg

- (أ) 120 (ب) 100 (ج) 90 (د) 80



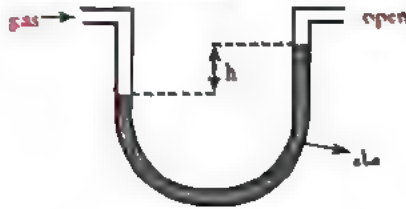
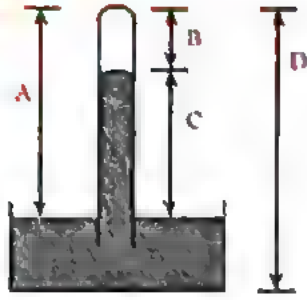
٢١- يعتمد ضغط المياه عند قاع بحيرة السد العالي المؤثر على جسم الحديد على .....

- (أ) مساحة من سطح الماء (ب) طول السد  
(ج) عمق الماء (د) كثافة مادة الحائط

٢٢- وحد الزور لقياس الضغط تكافؤ .....

- (أ) باسكال (ب) مللي متر زئبق  
(ج) مللي باسكال (د) مللي بار





٥٢- في الشكل بارومتر (يثبت) فإن الضغط الجوي هو الارتفاع .....

(أ) 1 B (ب)

(ج) C (د) D

٥٣- سائل كثافته 200 جم/لتر فإنها تكون .....

(أ) 200 Kg/m<sup>3</sup> (ب) 2000 Kg/m<sup>3</sup>

(ج) 0.2 Kg/m<sup>3</sup> (د) 20000 Kg/m<sup>3</sup>

أنبوبة على شكل حرف (U) تحتوي على ماء وتستخدم كما تومتر لقياس ضغط الغاز المحيوس في أسطوانة كل على حدة (الغاز لا يذوب في الماء).

عند توصيل الأسطوانة (أ) بإحد فرعي الأنبوبة كما بالشكل كان فرق ارتفاعي الماء في الفرعين (30 سم) وعند توصيل الأسطوانة (ب) بنفس الطريقة بالممانومتر كان فرق ارتفاعي الماء في الفرعين (22 سم).

٥٥- عند توصيل الأسطوانة (أ) بإحد فرعي الأنبوبة وتوصيل الأسطوانة (ب) بالفرع الآخر في نفس الوقت يكون فرق ارتفاعي الماء في الفرعين بالسهم.

(أ) 52 (ب) 8

(ج) 38 (د) 30

٥٦- كيف يتأثر فرق الارتفاعين (h) عند استخدام أنبوبة على شكل حرف (U) فرعيها أكثر اتساعا (في السؤال السابق).

(أ) لا يتغير (ب) يزداد (ج) يقل

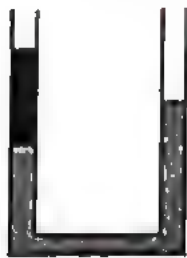
٥٧- إذا زيدت كمية الماء في الأنبوبة ذات الفرعين فإن فرق ارتفاعي الماء في الفرعين (h) (في السؤال السابق).

(أ) يزداد (ب) يقل (ج) يبقى كما هو

٥٨- إذا استخدم الزيتي (كثافته 13.6 جم / سم<sup>3</sup>) بدلا من الماء فإن الفرق بين سطحي السائل في الفرعين بالسهم يصبح (في السؤال السابق).

(أ) 13.6 (ب) 1 (ج) 0.1 (د) 0.588

٥٩- في الأشكال 4 أنابيب حرف U سائلان مختلفين فإن الوضع الصحيح هو الشكل .....



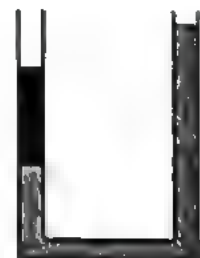
(د)



(ج)



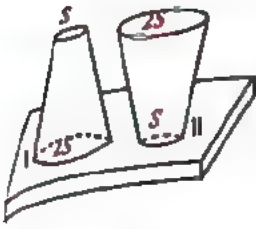
(ب)



(أ)



٦٠- في الشكل كتلتان متماثلتان مساحة قاعدة كل منها  $S$ ،  $2S$  وضعنا على مستوى.

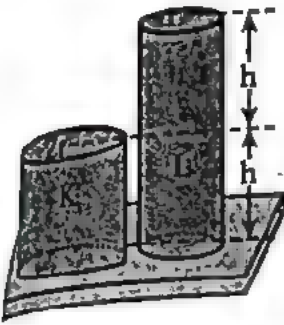


أنقى فإن  $\frac{P_1}{P_2}$  هي .....

(أ) 1:1 (ب)  $\frac{1}{2}$

(ج)  $\frac{2}{1}$  (د)  $\frac{\sqrt{2}}{1}$

٦١- في الأشكال أسطوانة  $L$ ، أسطوانة  $K$  لهما نفس الكتلة نصف قطرها  $r$ ،  $2r$  وارتفاعهما



$h$ ،  $2h$  فإن  $\frac{P_K}{P_L}$  هي .....

(أ)  $\frac{1}{2}$  (ب)  $\frac{2}{1}$

(ج)  $\frac{1}{4}$  (د)  $\frac{4}{1}$

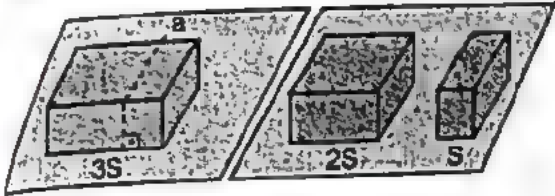
٦٢- قطعة من الصلصال على هيئة متوازن مستطيلات مساحة

القاعدة ( $3S$ ) قطعت منه قطعة كما بالشكل ووضعت على

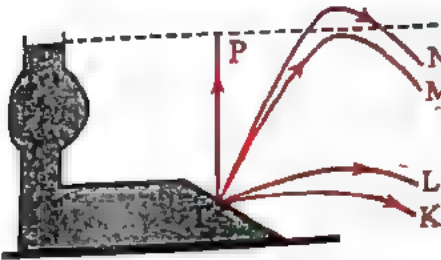
السطح فإن الضغط الصحيحة هو .....

(أ)  $P_1 > P_2 > P_3$  (ب)  $P_3 > P_2 > P_1$

(ج)  $P_1 = P_2 = P_3$  (د)  $P_1 > P_2 = P_3$



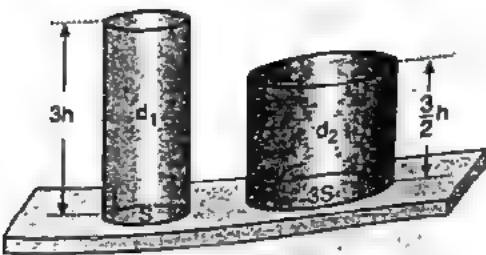
٦٣- نافورة يندفع منها الماء كما بالشكل فيكون إندفاع الماء بأخذ الشكل الصحيح.



(أ) N (ب) M

(ج) L (د) K

٦٤- في الشكل خزان  $d_1$ ، وخزان  $d_2$  لهما سائلان مختلفان وممتلئ تماماً وكان

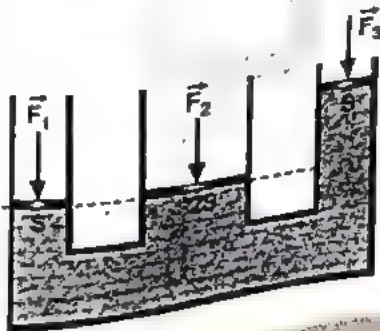


الضغط متساوي على القاعدة فإن  $\frac{p_2}{p_1}$  هي .....

(أ) 1 (ب) 2

(ج)  $\frac{3}{2}$  (د)  $\frac{5}{1}$

٦٥- في الشكل مكبس هيدروليكي في حالة إتزان في المستوى الموضح بالشكل تؤثر على كل منهم القوى والمساحة الموضحة فإن.



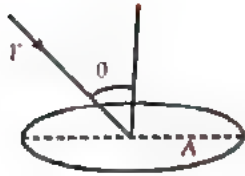
(أ)  $F_1 > F_2 > F_3$  (ب)  $F_3 > F_2 > F_1$

(ج)  $E_2 > F_1 > F_3$  (د)  $F_1 > F_2 > F_3$



- ٦٦- (نموذج الوزارة) عندما يرتفع بالون مملوء بالهيليوم خلال الهواء الجوى فإن الهواء الجوى يؤثر عليه .....
- ( أ ) يضغط من أعلى إلى أسفل على السطح العلوى للبالون.  
(ب) يضغط من أسفل إلى أعلى على السطح السفلى للبالون.  
(ج) يضغط إلى الداخل على جوانب البالون.

٦٧- (نموذج الوزارة) إذا أثرت قوة  $F$  على سطح مساحته  $A$  بحيث تصنع زاوية  $\theta$  مع العمودى على السطح فإن الضغط  $P$  يحسب من العلاقة



( د )  $\frac{F}{A \cos \theta}$

(ج)  $\frac{F}{A}$

(ب)  $\frac{F \cos \theta}{A}$

( أ )  $\frac{F \sin \theta}{A}$

٦٨- طائران (1) و (2) لهما نفس الكتلة عندما يقفان على الأرض فإن ضغط



(2)



(1)

( أ ) أكبر ضغط (1)

(ب) أكبر ضغط (2)

(ج) الضغط متساوى

٦٩- فى الشكل الموضح يكون:

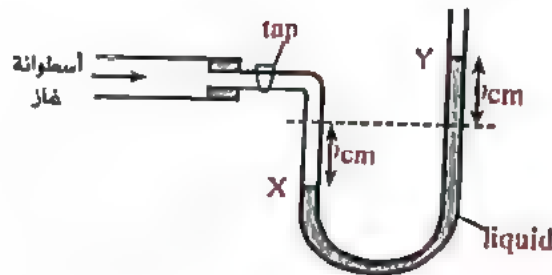
( أ ) القوة على الإبهام أكبر

(ب) القوة على السبابة أكبر.

(ج) الضغط على الإبهام أكبر.

( د ) الضغط على السبابة أكبر.

٧٠- فى الشكل يكون ضغط الغاز فى الأسطوانة:



( أ ) أعلى من الضغط الجوى بمقدار 9cm من السائل

(ب) أقل من الضغط الجوى بمقدار 9cm من السائل

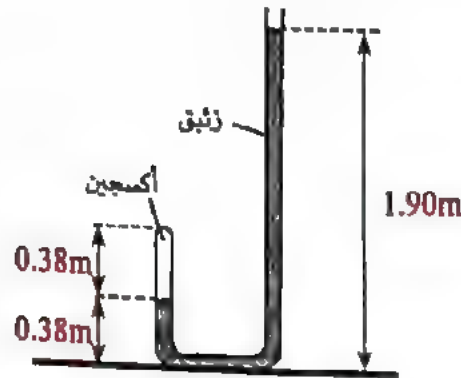
(ج) أعلى من الضغط الجوى بمقدار 18cm من السائل

( د ) أقل من الضغط الجوى بمقدار 18cm من السائل





٧١- إذا كان الضغط الجوي  $0.76\text{m Hg}$  فإن ضغط الأكسجين المحبوس هو .....



(ب)  $1.52\text{mHg}$

(أ)  $1.14\text{mHg}$

(د)  $2.66\text{mHg}$

(ج)  $2.28\text{mHg}$

٧٢- في الشكل الموضح مكبسان يتصلان معاً بواسطة رافعه تقسم المسافة بنسبة

$$1:1 \text{ فإذا كان: } \frac{a_2}{A_2} = \frac{a_1}{A_1}, \frac{1}{40} = \frac{1}{20}$$

علماً بأن  $f_1 = 30\text{N}$

فإن  $F$  تساوي .....

(ب) 6000

(أ) 1200

(د) 40000

(ج) 24000

٧٣- (نموذج الوزارة) الفائدة الآلية في هذا المكبس تحسب للمجموعة .....

(أ) الفائدة الآلية للمكبس الأول + الفائدة الآلية للمكبس الثاني

(ب) ضعف الفائدة الآلية لأي مكبس منهما

(ج) نصف الفائدة الآلية للمكبس الأول + نصف الفائدة الآلية للمكبس الثاني

(د) الفائدة الآلية للأول  $\times$  الفائدة الآلية للثاني





## ثانيا أسئلة مقالية

### ١- عرف كل مما يأتي:

- ١- الكثافة والكثافة النسبية وما هي وحدة قياس كل منهما؟
- ٢- الضغط عند نقطة في باطن سائل وما هي العوامل التي يتوقف عليها؟ (مصر ٩٢)
- ٣- قاعدة باسكال. (الأزهر ٩٥)
- ٤- المكبس الهيدروليكي. (مصر ٢٠٠٢)
- ٥- البارومتر.
- ٦- المانومتر.

### ٢- ماذا يقصد بكل مما يأتي:

- ١- الكثافة النسبية للألومنيوم 2.7 (مصر ٩٢)
- ٢- القوة المؤثرة عموديا على وحدة المساحات من سطح ما تساوي  $5 \times 10^5$  نيوتن. (مصر ٩٢)
- ٣- الضغط الجوي عند سطح البحر في وقت ما 1.013 بار. (مصر ٩٤)
- ٤- القاطنة الآلية لمكبس هيدروليكي 100 (مصر ٩٢)
- ٥- فرق الضغط في إطار سيارة 4 ضغط جوى.

### ٣- علل لما يأتي:

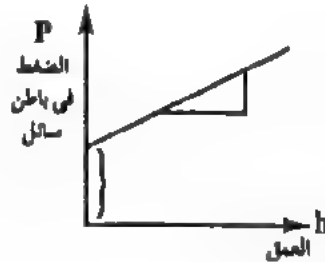
- ١- أنبوبة مملوءة بالزئبق طولها فوق سطح الزئبق في الحوض متر ولا يوجد بها فراغ تورشيلي.
- ٢- يتساوى ارتفاع السائل في فرعي الأنبوبة ذات الشعبتين مهما اختلف قطرها. (الأزهر ٩٢)
- ٣- يستخدم الزئبق كمادة بارومترية ولا يستخدم الماء. (الأزهر ٩٥)
- ٤- لا يمكن تطبيق قاعدة باسكال على الغازات. (الأزهر ٩٥)
- ٥- يستخدم طالب مانومتر زئبقى لقياس فرق ضغط صغير لغاز محبوس نصحه طالب آخر بأن الأفضل استخدام الماء بدلا من الزئبق. (مصر ٩٢)

### ٤- اذكر الأساس العلمى لكل من الآتى:

- ١- المكبس الهيدروليكي - المانومتر - فرامل السيارات - البارومتر - الأنبوبة ذات الشعبتين.
- ٢- اشرح تجربة عملية لتعيين كثافة سائل باستخدام سائل آخر معلوم الكثافة. (مصر ٩٧)
- ٣- استنتج أن الضغط عند نقطة في باطن سائل يعين من العلاقة:

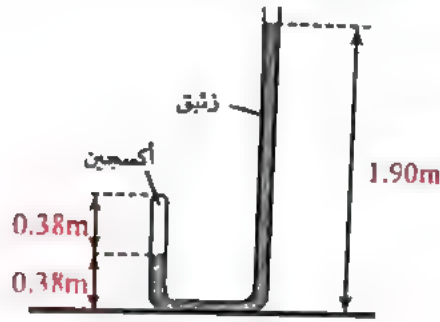
$$P = P_a + \rho \cdot g \cdot h$$

- ٤- كيف يمكن باستخدام معرفة الكثافة تحديد بعض الأمراض - حالة شحن البطارية.
- ٥- ما هي الكثافة وما قانونها وما هي العوامل التي تتوقف عليها الكثافة.
- ٦- اذكر القانون الذى يحدد العلاقات البيانية التالية وماذا يعنى الميل في كل منها.





٧١- إذا كان الضغط الجوي  $0.76 \text{ m Hg}$  فإن ضغط الأكسجين المحبوس هو .....



(ب)  $1.52 \text{ mHg}$

(أ)  $1.14 \text{ mHg}$

(د)  $2.66 \text{ mHg}$

(ج)  $2.28 \text{ mHg}$

٧٢- في الشكل الموضح مكبران يتصلان معاً بواسطة رافعة تقسم المسافة بنسبة

$$\frac{a_2}{A_2} = \frac{a_1}{A_1}, \quad \frac{1}{40} = \frac{1}{20} \quad \text{إذا كان، } 1:1$$

علماً بأن  $F_1 = 30 \text{ N}$

فإن  $F_2$  تساوى .....

(ب) 6000

(أ) 1200

(د) 40000

(ج) 24000

٧٣- (تموذج الوزارة) الفائدة الآلية في هذا المكبس تحسب للمجموعة .....

(أ) الفائدة الآلية للمكبس الأول + الفائدة الآلية للمكبس الثاني

(ب) ضعف الفائدة الآلية لأي مكبس منهما

(ج) نصف الفائدة الآلية للمكبس الأول + نصف الفائدة الآلية للمكبس الثاني

(د) الفائدة الآلية للأول  $\times$  الفائدة الآلية للثاني





## ثالثاً: المسائل

### ملحوظة:

في جميع المسائل اعتبر عجلة المقبوط الحبر 9.8 م/ث<sup>2</sup> وكثافة الماء 1000 كجم/م<sup>3</sup> والضغط الجوي المعنوي 76 سم زئبق وكثافة الزئبق 13600 كجم/م<sup>3</sup>. ما لم يذكر غير ذلك.

### الفصل الأول:

#### كثافة

- ١- احسب الكثافة والكثافة النسبية للحديد إذا علم أن كتلة 40 كجم حجمها 5000 سم<sup>3</sup>.  
[800 kg/m<sup>3</sup>, 8]
- ٢- إزاء كتلته وهو فارغ 10 كجم وكتلته وهو مملوء بالماء 60 كجم وكتلته وهو مملوء بزيوت 50 كجم، احسب كثافة الزيت وكثافته النسبية.  
[8000 kg/m<sup>3</sup>, 0.8]
- ٣- عند خلط 0.6 لتر من سائل كثافته النسبية 1.8 مع 0.4 لتر من سائل آخر كثافته النسبية (0.8) فكم تكون الكثافة النسبية للخلط.  
[1.4]

- ٤- إذا كانت كثافة الهواء في الظروف العادية 1.29 كجم/م<sup>3</sup> احسب كتلة الهواء في حجرة أبعادها 10 م، 8 م، 3 م.  
[كجم 309.6]
- ٥- سبيكة من الذهب والفضة كتلتها 350 جم وحجمها 20 سم<sup>3</sup> أوجد كتلة الفضة فيها علماً بأن كثافة الذهب والفضة 19 جم/سم<sup>3</sup>، 10.5 جم/سم<sup>3</sup> على الترتيب.  
[37 جم]
- ٦- (الأزهر ٢٠٠٢) دورق كتلته 38.4 جم وهو مملوء تماماً بالماء وضع بداخله جسم صلب كتلته 22.3 جم فأصبحت كتلته 49.8 جم، احسب الكثافة النسبية للجسم الصلب.  
[2.05]
- ٧- إذا كانت كتلة اللتر من اللبن 1.04 كجم وكانت كثافة القشدة 860 كجم/م<sup>3</sup> وكان اللبن يحتوي على 5% من حجمه قشدة كم تكون كثافة اللبن الخالي من القشدة.  
[1049.4]
- ٨- حمض كبريتيك كثافته النسبية 1.8 خلط مع ثلاث أمثال حجمه ماء وترك الخليط حتى يبرد إلى درجة حرارة الغرفة فكانت كثافته 1280 kg/m<sup>3</sup> احسب النسبة المئوية للإنكماش الحادث في الحجم عند الخلط.  
[6.25%]

### الضغط والضغط في باطن سائل

- ٩- إسطوانة معدنية كتلتها 40 كجم وارتفاعها 2 متر ومساحة قاعدتها 25 سم<sup>2</sup> وضمت رأسها على الأرض بحيث تلامس إحدى قاعدتها سطح الأرض كم يكون الضغط الناشئ عنها وما كثافتها.  
[1.57 x 10<sup>4</sup> N/m<sup>2</sup>, 8000]
- ١٠- أثرت قوة مقدارها 50 نيوتن على سطح مساحته 10 سم<sup>2</sup> بحيث تصنع زاوية 60° مع العمودي على السطح احسب الضغط الناتج.  
[25000 N/m<sup>2</sup>]
- ١١- شجرة حلاقة طولها 4 سم وممسك الشفرة 0.4 مم يستخدمها شخص للعلاقة حيث تعمل على وجه الشخص بزاوية 30° فإذا كانت قوة تأثير الرجل على الشفرة 32 نيوتن احسب ضغط الشفرة على الوجه وما قيمة الكتلة التي توضع على وحدة المساحات لتعطي نفس الضغط وما تعليقكم. اعتبر (م/ث<sup>2</sup> = 10 g).  
[الجواب: 100 N/m<sup>2</sup>, 1000]
- ١٢- (الأزهر ٩٤) مكعب طول ضلعه 10 سم ومتوازي مستطيلات من نفس المادة أبعادها 30، 20، 10 سم بين كيف يوضع متوازي المستطيلات حتى يسبب ضغط يساوي الضغط الناتج عن المكعب على سطح ما. [يوضع على تقاطع 20 x 30 سم]



١٢- (١٦ ص) طبقة من الماء سمكها 50 سم تستقر فوق طبقة من الزئبق سمكها 20 سم ما الفرق في الضغط عند نقطتين إحداهما عند السطح المتصل بين الماء والزئبق والأخرى عند قاع طبقة الزئبق علماً بأن

١٣- قيس الضغط عند قاع بحيرة وجد مقداره 4 ضغط جوى فإذا كانت كثافة ماء البحيرة 1020 كجم/م<sup>3</sup> وعجلة السقوط الحر 10

١٤- أوجد عمق الماء في البحيرة.

١٥- احسب ضغط الماء على قاع حوض أسماك مكعب الشكل مملوء بالكامل بطول ضلعه 40 سم ثم احسب الضغط الكلى على القاع والقوة الكلية عليه. (الضغط الجوى)

١٦- (٢٠ ص) أثناء الإعصار يكون ضغط الهواء 80 كيلو باسكال حيث الضغط الجوى المعتاد 100 كيلو باسكال فإذا مر هذا الإعصار فجاء بمنزل الضغط داخله يساوى الضغط الجوى المعتاد.

١- ما سبب تدمير جدران المنزل؟

٢- احسب القوة المؤثرة على مساحة 2 م<sup>2</sup> x 3 م من حائط المنزل.

٣- هل يتم تدمير المنزل بطريقة أقل إذا كانت النوافذ والأبواب مفتوحة؟ ولماذا؟

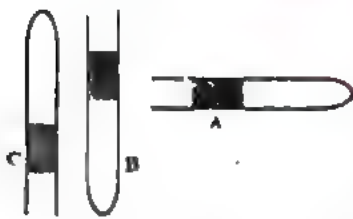
١٧- (١٠ ص) غواصة مستقرة أفقياً في أعماق البحر وكان الضغط داخلها يعادل الضغط الجوى المعتاد عند سطح البحر. أوجد القوة المؤثرة على شباك من شبائك الغواصة دائري ونصف قطره 21 سم ومركزه على عمق 50 متر من سطح البحر علماً بأن كثافة ماء البحر 1030 كجم/م<sup>3</sup> والضغط الجوى 10<sup>5</sup> نيوتن/م<sup>2</sup>.

١٨- مقياس ضغط عند ارتفاع 8 متر على جانب خزان يحتوى على سائل يقرأ 6 x 10<sup>4</sup> نيوتن/م<sup>2</sup> ومقياس آخر عند ارتفاع 5 متر يقرأ 10<sup>4</sup> نيوتن/م<sup>2</sup> احسب كثافة السائل. اعتبر g = 10 م/س<sup>2</sup>

١٩- خزان مكشوف يحتوى على ماء ارتفاعه 5 متر مغطى بطبقة زيت 2 متر كثافته النسبية 0.8 أوجد الضغط عند سطح التلامس للسائلين وكذلك عند القاع.

(الضغط الجوى 10<sup>5</sup> x 1013 نيوتن/م<sup>2</sup>).

٢٠- هي الأنبوبة الشعرية الموضحة بالشكل توجد قطرة زئبق طولها 1 سم تحبس كمية من غاز هي الأنبوبة فإذا كان الضغط الجوى 71 سم زئبق احسب ضغط الغاز المحبوس في الوضع C, B, A



[سم 76 80, 72]

٢١- (١٦ ص) أثناء أسطوانى مساحة قاعدته 2 م<sup>2</sup> صب فيه ماء إلى ارتفاع 0.8 م، ثم أضيف إليه زيت حتى صار ارتفاع سطح الزيت 2 م من قاعدة الأنباء. احسب الضغط الناشئ عن السائلين المؤثر على قاعدة الأنباء وكذلك القوة المؤثرة على قاعدته علماً بأن الكثافة النسبية للزيت 0.8 وكثافة الماء 1000 كجم/م<sup>3</sup> وعجلة السقوط الحر 9.8 م/ث<sup>2</sup>.

[34496, 17248]

٢٢- كأسر بها زئبق ارتفاعه 6 سم يملؤه ماء ارتفاعه 10 سم ويملؤه كبروسين باراقاع 2 سم وكثافته 800 كجم/م<sup>3</sup> احسب ضغط السوائل الواقع على قاع الكأس.

[نيوتن/م<sup>2</sup> 7800]

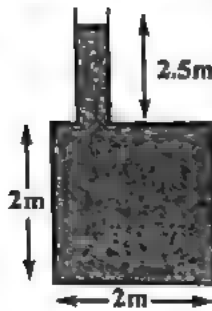
٢٣- خزان مكعب طول ضلعه 80 سم مملوء بالكامل ماء. احسب قوة الماء المؤثرة على أحد الأوجه الجانبية وكذلك القوة على القاعدة.

[نيوتن 6 5017, نيوتن 8 008]





٢٤- لوح كما بالشكل موضوع في مستوى رأسى ومغمور في زيت كثافته النسبية 0.82 أوجد قوة السائل المؤثرة على أحد جانبيه. [120540N]



٢٥- خزان مكعب الشكل طول كل من أضلاعه 2 متر مقل من سطحه العلوى فيما عدا نقطة مثبت فيها أنبوية رفع رأسية مساحة مقطعها 100 سم<sup>2</sup>، فإذا ارتفع الماء فيها 2.5 متر؛ احسب قوة ضغط الماء على كل من القاعدة والجوانب الرأسية والسطح العلوى للخزان. [جانبى 1.37 × 10<sup>5</sup> ، علوى 0.98 × 10<sup>5</sup> ، سفلى 1.76 × 10<sup>5</sup>]

٢٦- منزل مكون من 8 طوابق ارتفاع الطابق الواحد 4 متر وفوق المنزل خزان مغلق مملوء بالماء ويوجد في كل طابق صنبور على ارتفاع 1 متر من أرضية الطابق فإذا كان الضغط الواقع على صنبور في الطابق الثالث هو 2.8 ثقل كجم/سم<sup>2</sup> فإذا كانت عجلة السقوط الحر 10 متر/ث<sup>2</sup> احسب.

١- ارتفاع سطح الماء في الخزان عن سطح الأرض.  
٢- الضغط الواقع على صنبور في الطابق السابع.

الجواب [37m , 1.2 × 10<sup>5</sup> N/m<sup>2</sup>]

٢٧- أوجد قوة الماء المؤثرة على أحد جانبيه مستطيل أبعاده 16 × 12 سم يميل على الأفقى بزاوية 30° وحافته العليا 12 سم على عمق 20 سم من سطح الماء.

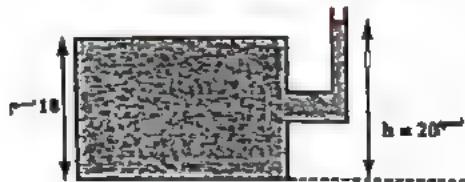
[45.158N]

٢٨- إذا كانت قراءة بارومتر عند الطابق الأرضى لبقى هو 76 سم زئبق. احسب قراءته عند الطابق العلوى إذا كانت كثافة الهواء 1.25 كجم/م<sup>3</sup> وارتفاع المبنى 80 متر.

٢٩- يراد معرفة الارتفاع العمودى لجبل باستخدام بارومتر قيس الضغط أسفله فكان 76 سم زئبق وعند قمته فكان 74 سم زئبق وكانت كثافة الهواء المتوسطة 1.2 كجم/م<sup>3</sup>.

[226.66 متراً]

٣٠- (مصر ٢٠٠٩): يحمل رجل بارومتر زئبقى كانت قراءته عند أعلى نقطة من مبنى ارتفاعه 200 متر هي 74 cm Hg احسب قراءته عند سطح الأرض علماً بأن كثافة الهواء 1.3 kg/m<sup>3</sup> وعجلة السقوط



٣١- أنبوية ضيقة مثبتة في خزان كما بالشكل فإذا كانت مساحة قاعدة الخزان 80 سم<sup>2</sup> أوجد:

(أ) قوة السائل المؤثرة على قاع الخزان عندما يملأ الخزان والأنبوية الضيقة بزيت كثافته 720 كجم/م<sup>3</sup> إلى الارتفاع (h).  
(ب) احسب القوة المؤثرة على السطح العلوى للخزان الناتجة من الزيت.

(الأعلى 1.13N)

(الأسفل 11.3N)

٣٢- إذا كان مساحة مكبس مضخة 50cm<sup>2</sup> فما هي القوة اللازمة لرفع الماء فيها إلى أعلى 30m.

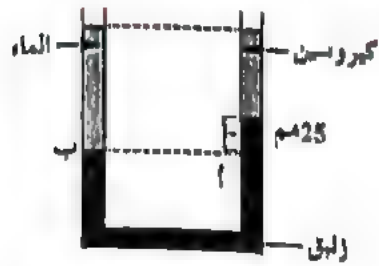
[1470N]





### الأنبوب ذات الشعبتين

- ٣٢- أنبوبة على شكل حرف U بها زيت ثم صب فيها ماء حتى أصبح ارتفاع الزيت فوق السطح الفاصل 30 سم وارتفاع الماء فوق السطح الفاصل في الفرع الآخر 25 سم، احسب كثافة الزيت.
- ٣٤- صب ماء في أنبوبة ذات شعبتين ارتفاعها 8 سم بحيث امتلأت إلى النصف، فكم يصب من زيت كثافته النسبية  $\frac{2}{3}$  في إحدى الشعبتين حتى يملأها.
- ٣٥- (الأزهر ٩٢) أنبوبة ذات شعبتين مساحة مقطعها 2 سم<sup>٢</sup> بها كمية من الماء، صب في أحد فرعيها 9 سم مكعب من الكيروسين فكان فرق الارتفاع بين سطحى الماء فى الفرعين 3.6 سم. احسب حجم البزلين الذى يصب فى الفرع الآخر حتى يعود سطح الماء فى الفرعين إلى مستوى أفقى واحد علما بأن كثافة الماء 1000 كجم/ متر مكعب، وكثافة البزلين 900 كجم/ متر مكعب. **8 سم**



- ٣٦- (الأزهر ٢٠٠٥) فى الشكل المقابل أنبوبة ذات شعبتين احسب ارتفاع عمود الماء إذا علمت أن كثافة الزئبق 13600 كجم/م<sup>٣</sup> وكثافة الكيروسين 810 كجم/م<sup>٣</sup>. **1.68m**

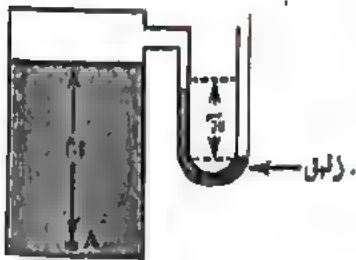
### الأنبوب متر

- ٣٧- غاز محبوس داخل اسطوانة استخدم مانومتر زئبقى لقياس ضغط الغاز فكان ارتفاع سطح الزئبق فى الفرع الخالص أكبر من الفرع المتصل بالاسطوانة بمقدار 20 سم. احسب ضغط الغاز داخل الاسطوانة بوحدة:
- ( أ ) سم زئبق، ( ب ) ضغط جوى، ( ج ) نيوتن / م<sup>٢</sup>، ( د ) تور.
- ( هـ ) بار، ( و ) باسكال.
- ( اعتبر الضغط الجوى 76 سم زئبق وكثافة الزئبق 13600 كجم/م<sup>٣</sup> )

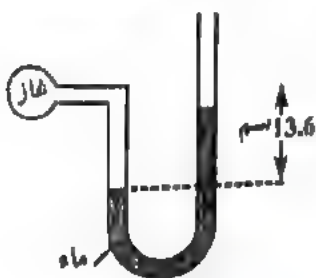
( بار 1.27 , 960 , 127948.8 , ضغط جوى 1.263 , 96 )

- ٣٨- (مصر ٩٨) استخدم مانومتر زئبقى لقياس ضغط غاز داخل مستودع فكان سطح الزئبق فى الفرع الخالص منخفض عن سطحه فى الفرع المتصل بالمستودع بمقدار 20 سم، ما قيمة ضغط الغاز المحبوس بوحدة بار علما بأن الضغط الجوى وقت القياس 10<sup>٥</sup> باسكال وكثافة الزئبق 13600 كجم/م<sup>٣</sup> وعجلة السقوط الحر 10 م/ث<sup>٢</sup>.

( بار 0.728 )



- ٣٩- الخزان الموضح بالشكل به سائل كثافته النسبية 0.8 أوجد الضغط الكلى عند نقطة (A) (نيوتن/م<sup>٢</sup>  $1.059 \times 10^5$ )



- ٤٠- (I. G. C. SE) ٦٨ مانومتر مائى كما بالشكل وكان الفرق فى ارتفاعى الماء فى الفرعين 13.6 سم احسب ضغط الغاز المحبوس بوحدة:
- ( أ ) سم ز، ( ب ) نيوتن/م<sup>٢</sup>، علما بأن الضغط الجوى 76 سم زئبق. **[77, 1.026 x 10<sup>٥</sup>]**



٤١- (مصر ٩٥) الجدول التالي يوضح العلاقة بين الضغط  $P$  عند نقطة في باطن بحيرة وعمق هذه النقطة عن سطح البحيرة والمطلوب رسم علاقة بيانية بين الضغط  $P$  ممثلاً على المحور الرأس وعمق النقطة ممثلاً على المحور الأفقي.

h متر	4	8	12	16	20
P بار	1.4	1.8	X	2.6	3

ومن الرسم أوجد:

١- قيمة (X) المقابل للعمق 12 متر.

٢- قيمة الضغط الجوي فوق سطح البحيرة بوحدة نيوتن/م<sup>٢</sup>.

٣- كثافة ماء البحيرة (اعتبر  $g = 9.8$  م/ث<sup>٢</sup>).

[2.2]

### المكيس الهيدروليكي

٤٢- (مصر ٢٠٠٩): مكيس هيدروليكي قطر مكبسه الصغير 10 cm وتؤثر عليه قوة مقدارها 800N وقطر مكبسه الكبير 100cm. فإذا علمت أن عجلة الجاذبية الأرضية  $10m/sec^2$ ,  $\pi = 3.14$ , أوجد:

١- أكبر كتلة يمكن رفعها بواسطة المكيس الكبير.

٢- الضغط الواقع على كل من المكيس الكبير والمكيس الصغير.

٤٣- مكيس هيدروليكي مساحتا المكيس الصغير والكبير على الترتيب 20 سم<sup>٢</sup>، 1600 سم<sup>٢</sup> فإذا أثرت قوة 200 نيوتن على المكيس الصغير احسب القوة التي يتأثر بها الكبير والفائدة الآتية.

[16000 , 80]

٤٤- مكيس هيدروليكي قطر المكيس الصغير 4 سم والكبير 12 سم احسب أقصى كتلة يمكن حملها إذا تأثر الصغير بقوة 50 نيوتن.

[كجم 45.9]

٤٥- إذا كانت النسبة بين قطر المكيس الكبير والصغير هي 3:20 احسب القوة اللازمة لرفع سيارة كتلتها ٥ طن.

[1102.5 N]

٤٦- (الأزهر ١٩٨٩) في المكيس الهيدروليكي تكون النسبة بين الضغط على المكيس الكبير والضغط على المكيس الصغير = .... وإذا كانت النسبة بين مساحة المكيس الكبير ومساحة المكيس الصغير 25 : 1 تكون القوة اللازمة لرفع سيارة وزنها  $10^4 \times 5$  نيوتن هي.

[ $2 \times 10^4$  N]

٤٧- مكيس مائى أقصى ثقل يمكن رفعه 5 ثقل طن ما هي أقل قوة يمكن التأثير بها على المكيس الصغير لرفع هذا الثقل علماً بأن الفائدة الآتية له 200.

[245 N]

٤٨- تعمل رافعة السيارات بتسليط هواء مضغوط على زيت محصور في مكيس هيدروليكي فإذا كان نصف قطر المكيس الكبير 0.2 متر وكان ضغط الهواء المستعمل 1.545 ضغط جوى فاحسب كتلة المكيس الكبير والسيارة التي يحملها.

[كجم 2005.864]

٤٩- في المكيس الهيدروليكي إذا كانت كتلة الاسطوانة على المكيس الكبير هي 2000 كجم ومساحته 0.1 م<sup>٢</sup> ومساحة المكيس الصغير 20 م<sup>٢</sup> والمكيس مملوء بالماء احسب مقدار القوة على الصغير التي تجعله في حالة اتزان فوق مستوى الكبير بمقدار 2 متر واحسب الفائدة الآتية. والثقل المبدول في الصغير إذا تحرك الكبير 2 سم.

[352.8 N , 50 , 392]

٥٠- (مصر ٩٥) مكيس هيدروليكي قطر مكبسه الصغير 2 سم وتؤثر عليه قوة مقدارها 200 نيوتن وقطر مكبسه الكبير 24 سم فإذا علمت أن عجلة الجاذبية الأرضية 10 م/ث<sup>٢</sup> ( $\pi = 3.14$ ) أوجد:

١- أكبر كتلة يمكن رفعها بواسطة المكيس الكبير.

٢- الفائدة الآتية له.

[2880 , 144 ,  $6.37 \times 10^4$ ]

٢- الضغط الواقع على كل من المكيس الصغير والمكيس الكبير.

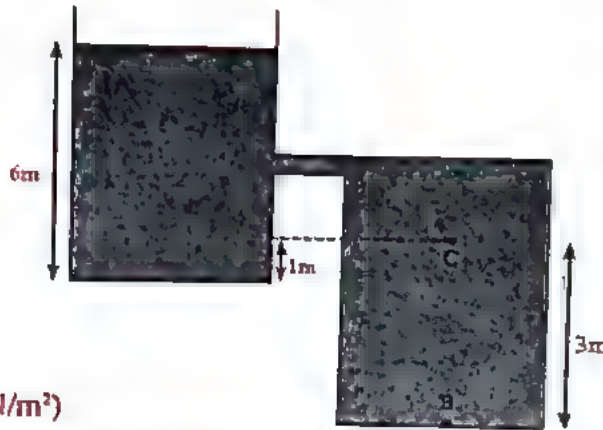


٥١- (غزة ١٥) استخدم مكبس هيدروليكي لرفع سيارة وذلك بوضع ثقل قدره 4 كجم على المكبس الصغير فأمكن رفع سيارة كتلتها 1000 كجم فإذا كانت مساحة المكبس الكبير 2 م<sup>2</sup> أوجد مساحة المكبس الصغير والمسافة التي يتحركها الكبير عند تحرك الصغير 250 سم.  $[0.02, 1 \text{ cm}]$



٥٢- استخدم مكبسَان مساحة كل منهما 0.2 م<sup>2</sup> في رفع سيارة كتلتها 1 طن فإذا اتصل بهما مكبس ثالث للضغط عليه لرفع السيارة بقوة العامل اليدوية وهي 100 نيوتن احسب مساحة المكبس الصغير اعتبر  $g = 10 \text{ m/s}^2$   $[4 \times 10^{-3} \text{ m}^2]$

٥٣- في الشكل خزان به سائل وكان الضغط عند A  $10^5 \text{ N/m}^2$  وعند B  $1.6 \times 10^5 \text{ N/m}^2$  احسب الضغط عند C , D علماً بأن  $g = 10 \text{ m/s}^2$



$(1.5 \times 10^5 \text{ N/m}^2, 1.8 \times 10^5 \text{ N/m}^2)$

٥٤- وضع قرص بلاستيك رقيق بحيث يفلق إحدى فتحتي أنبوية زجاجية طويلة مفتوحة الطرفين ثم غمرت الأنبوية رأسياً في حوض به ماء كثافته 1000 كجم/م<sup>3</sup> كما بالشكل المطلوب:

١- تفسير استمرار التصاق القرص بالقوة.

٢- إذا صب داخل الأنبوية زيت كثافته 800 كجم/م<sup>3</sup>، احسب ارتفاع الزيت الذي يجعل القرص على وشك الانفصال.

٣- عند الاتزان بين الماء والزيت قارن بين الضغط عند نقطة A , B في مستوى أفقي واحد.



[25 سم، الضغط عند A أكبر من B]



الأسئلة ذات الطابع النوعي على الفصل الأول

في جميع الأسئلة اعتبر الضغط الجوي  $\rho = 9.8 \text{ m/s}^2$ ,  $76 \text{ cm Hg}$  وكثافة الزئبق  $13600$  ما لم يذكر غير ذلك.

الاختبار الأول (نوكليت 1)

اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

١- خلط سائلان معا لهما نفس الكتلة وكثافتهما  $\rho_1$ ,  $\rho_2$  وامتزجا معا فإن كثافة الخليط تصبح .....

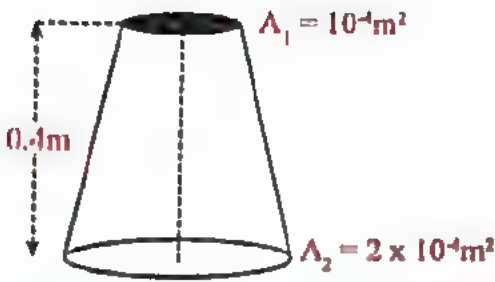
(أ)  $\rho = \frac{\rho_1 + \rho_2}{2}$  (ب)  $\rho = \frac{\rho_1 \rho_2}{\rho_1 + \rho_2}$

(ج)  $\rho = \frac{\rho_1 \rho_2}{\rho_1 + \rho_2}$  (د)  $\rho = \frac{2\rho_1 \rho_2}{\rho_1 + \rho_2}$

٢- خلط سائلان معا لهما نفس الحجم وكثافتهما  $\rho_1$ ,  $\rho_2$  وامتزجا معا فإن كثافة الخليط تصبح .....

(أ)  $\rho = \frac{\rho_1 + \rho_2}{2}$  (ب)  $\rho = \frac{\rho_1 \rho_2}{\rho_1 + \rho_2}$

(ج)  $\rho = \frac{\rho_1 \rho_2}{\rho_1 + \rho_2}$  (د)  $\rho = \frac{2\rho_1 \rho_2}{\rho_1 + \rho_2}$



٣- إناء كما بالشكل مملوء تماما سائل كثافته النسبية 0.9 فإن قوة

ضغط السائل على القاعدة هي .....

- (أ) 3.6N (ب) 7.2N  
(ج) 9N (د) 14.4N

٤- إناء كتلة فارغ 10kg وكتلته مملوء تماما ماء 90kg وكتلته مملوء تماما زيت 70kg فإن كثافة الزيت النسبية هي .....

- (أ) 0.9 (ب) 0.7 (ج) 0.75 (د) 750



٥- في الشكل الموضح فرق الضغط بين النقطة أ، د هو .....

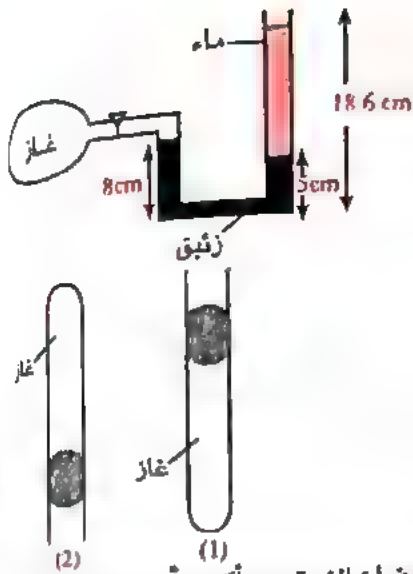
- (أ) 10N/m^2 (ب) zero  
(ج) 10cm ماء (د) 1 ضغط جوي

٦- إذا كانت كثافة الماء  $\rho_1$  وكثافة الثلج  $\rho_2$  فإن النقص في حجم كتلة m تتحول إلى ماء هو .....

(أ)  $\frac{1}{m} (\frac{1}{\rho_2} - \frac{1}{\rho_1})$  (ب)  $\frac{m}{\rho_1 - \rho_2}$

(ج)  $m (\frac{1}{\rho_2} - \frac{1}{\rho_1})$  (د)  $\frac{\rho_1 - \rho_2}{m}$





٧- الشكل الموضح مانومتر به ماء وزئبق فإن ضغط الغاز المجهول يساوي .....

(ب) 740 mmHg

(أ) 720 mmHg

(د) 750 mmHg

(ج) 720 mmHg

٨- غلى الشكل أنبوبة شعيرية بها قطرة زئبق طولها 3.5 cm تحبس غاز جاف فإذا كان الضغط الجوي في المكان 75.5 cmHg فإن الفرق في الضغط بين الحالة (١) والحالة (2) هو .....

(ب) 7 cmHg

(أ) 6 cmHg

(د) صفر

(ج) 72 cmHg

٩- متوازي مستطيلات مصنعت بأبعاد 50 cm , 40 cm , 20 cm كثافة مادته النسبية 6 فإن الفرق بين أكبر وأصغر ضغط له عند وضعه على سطح الأرض هو .....

(ب) 29400 N/m<sup>2</sup>

(أ) 11740 N/m<sup>2</sup>

(ج) 14470 N/m<sup>2</sup>

(د) 17440 N/m<sup>2</sup>

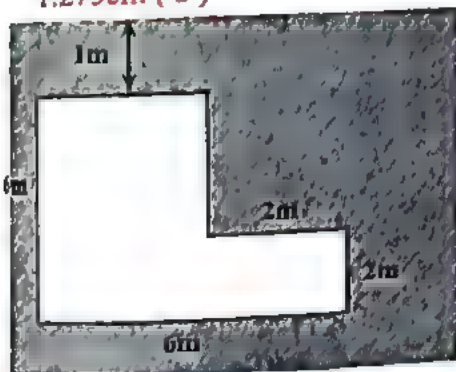
١٠- أنبوبة حرف U مساحة مقطع أحد فرعيها ضعف الآخر وضع فيها قدر مناسب من الماء ثم صب زيت في الفرع الواسع حتى انخفض سطح الماء فيه 0.5 cm فإن ارتفاع عمود الزيت الذي صب علماً بأن كثافته النسبية 0.8 .....

(ب) 2.87 cm

(أ) 1.5 cm

(ج) 1.875 cm

(د) 1.275 cm



١١- لوح كسا بالشكل موضوع في مستوى رأسي ومغمور في مستودع زيت كثافته النسبية 0.82 تكون قوة الزيت المؤثرة على أحد الأوجه الجانبية هي .....

(أ)  $9.643 \times 10^5 \text{ N}$

(ب)  $6.6432 \times 10^5 \text{ N}$

(ج)  $12.62 \times 10^5 \text{ N}$

(د)  $9.6432 \times 10^5 \text{ N}$

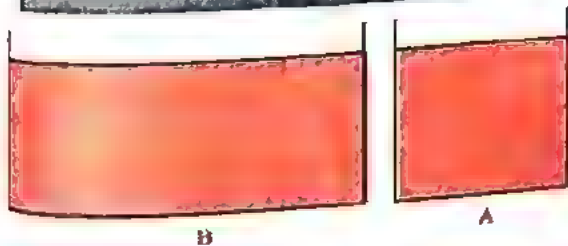
١٢- في الشكل كأس A وكأس B بهما ماء فإن:

(أ) الضغط على قاعدة A أكبر منها على B

(ب) الضغط على قاعدة B أكبر منه على A

(ج) القوة على قاعدة A أكبر منها على قاعدة B

(د) القوة على قاعدة B أكبر منها على قاعدة A



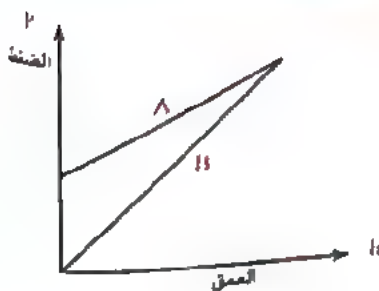
١٣- الرسم البياني الموضح علاقة بين الضغط والعمق لسائلين A و B:

(أ) A أكبر كثافة والمستودع مفتوح.

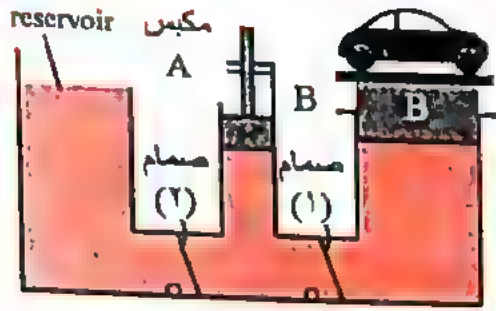
(ب) B أكبر كثافة والمستودع مفتوح.

(ج) A أكبر كثافة والمستودع مغلق.

(د) H أكبر كثافة والمستودع مغلق.







١٤- ما أهمية واستخدام المكبس الهيدروليكي وما أساسه العلمي -

ثم وضع عمل مكبس جاك الموضح بالشكل في رفع السيارة.

١٥- علل لما يأتي:

- (أ) تصنع إطارات عربات النقل عريضة.
- (ب) يصنع جدار السد من أسفل أكبر سمكاً من أعلاه.
- (ج) قد يستخدم أحياناً ماء المانومتر.
- (د) عند الضغط على سائل محبوس في إناء لا يتحرك المكبس لأسفل.

١٦- مكبس هيدروليكي قطر المكبسين (56cm, 14cm) احسب:

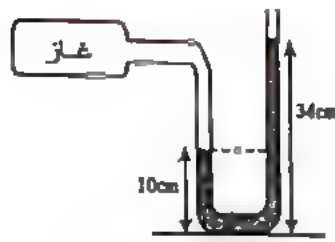
- (أ) مقدار القوة المؤثرة على المكبس الصغير إذا أريد رفع كتلة مقدارها 200 kg.
- (ب) مقدار المسافة التي يتحركها المكبس الكبير إذا تحرك المكبس الصغير 10cm

[125N, 0.625cm]

١٧- في المسألة السابقة:

- (أ) الفائدة الآتية للمكبس الهيدروليكي اعتبر عجلة الجاذبية الأرضية  $10m/s^2$
- (ب) الضغط أسفل المكبس الكبير مباشرة إذا كان الضغط الجوي  $10^5$  نيوتن/م<sup>2</sup>.

[16,  $1.08 \times 10^5 N/m^2$ ]



١٨- مانومتر زئبقي كما بالشكل، احسب ضغط الغاز المحبوس بوحدة:

- (أ) سم ز.
- (ب) تور.
- (ج) نيوتن/م<sup>2</sup>.
- (د) بار.
- (هـ) ضغط جوي.

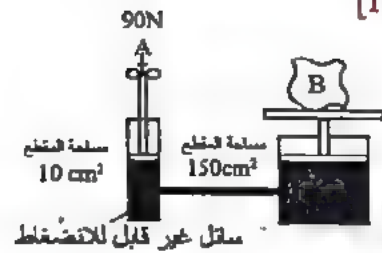
علماً بأن الضغط الجوي = 76 سم ز. كثافة الزئبق 13600 كجم/م<sup>3</sup>.

[100, 1000, 133280, 1.33, 1.3]

١٩- في الشكل مكبس هيدروليكي يستخدم لرفع أثقال، احسب:

- ١- أكبر كتلة يمكن رفعها (m).
- ٢- الضغط في السائل.

[75kg,  $5 \times 10^4 N/m^2$ ]



٢٠- في المسألة السابقة:

- ١- الفائدة الآتية.
- ٢- المسافة التي يتحركها الكبير عند تحرك الصغير 10 سم. (اعتبر  $g=10ms^{-2}$ ).

[15, 0.067cm]



## الاختبار الثاني (بوكليت ٢)

٧- في الشكل أواني مختلفة

الضغط على القاعدة	
ب أكبر ضغط	١
أ أكبر ضغط	٢
متساوي	٣
متساوي	٤

٨- إذا كان الضغط الكلي

10m (١)

٩- أنبوية ذات شبيعتين تحت

النسبة 0.8 فإن ارتفاع

10cm (١)

١٠- منبهر يتدفق منه

القاعدة مع زمن ال

يكون بالشكل



١١- في الشكل أربع أواني

١٢- في الشكل مكعب

25cm<sup>2</sup> ويؤثر

4N (١)

١٣- ما التالي

١- عند إمالة

٢- استخدام أن

٣- أخذ مانومتر

٤- مسمود شخص

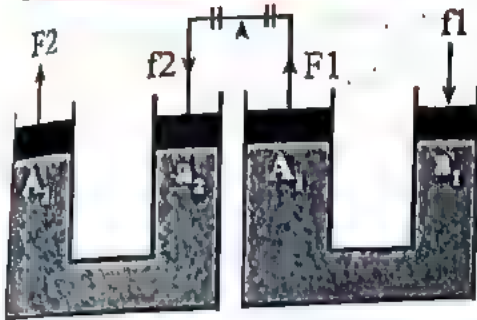
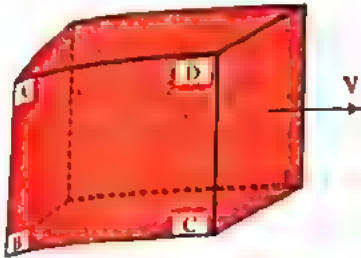
١٤- متى يك

١- الضغط في

٢- يكون طول

٣- الفرق في

٤- الضغط ع



١٢- العلاقة البيانية الموضحة لسائلين مختلفين في مستودعين وهي علاقة بين ضغط السائل والعمق فإن:

(أ) السائل A أكبر كثافة في إناء مغلق.

(ب) السائل B أكبر كثافة في إناء مغلق.

(ج) السائل A أكبر كثافة في إناء مفتوح.

(د) السائل B أكبر كثافة في إناء مفتوح.

١٣- مانومتر يقرأ فرق ضغط  $+h$  عند سطح الأرض أخذ لأعلى جبل فإن قراءته:

(أ) تزيد

(ب) تقل

(ج) تظل ثابتة

(د) تعتمد قراءته

١٤- خلطت 3 سوائل بنسبة حجمية 1 : 3 : 4 وكانت كثافتها النسبية 0.8 , 0.6 , 1.5 وامتزجت معا دون تغير في الحجم فإن الكثافة المتوسطة للخليط هي  $\text{kg/m}^3$  .....

1000 (١)

920 (ب)

1075 (ج)

1175 (د)

١٥- أنبوية حرف ل منتظمة المقطع بها سائلان كما بالشكل فإن الضغط عند نقطة .....

(أ) الضغط عند A أكبر منه عند B

(ب) الضغط عند A أقل منه عند B

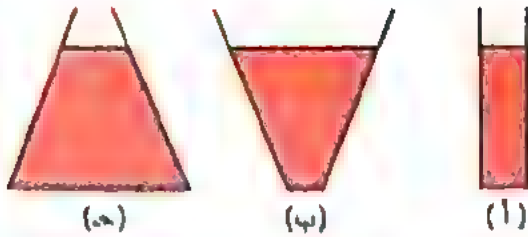
(ج) الضغط متساوي عند B و A

(د) لا يحدد من المعلومات المعطاة





٧- في الشكل أواني مختلفة مملوءة ماء ارتفاع الماء فيها واحد فإن



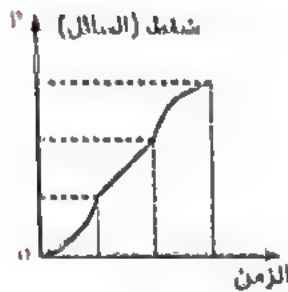
الضغط على القاعدة الإناء	القوة الضاغطة على القاعدة
ب أكبر ضغط	أكبر قوة على أ
أ أكبر ضغط	أكبر قوة على ب
متساوي	أكبر قوة على ج
متساوي	القوة متساوية

٨- إذا كان الضغط الكلي على قاع بحيرة ماء عذب  $3P$  والضغط الجوي  $10^4 \text{ N/m}^2$  ومجلة السقوط  $10 \text{ m/s}^2$  فإن عمق البحيرة

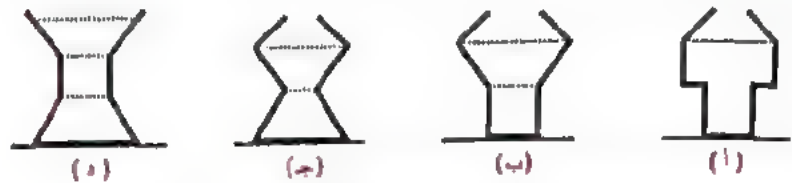
- (أ) 10m (ب) 15m (ج) 20m (د) 25m

٩- أنبوبة ذات شبتين تحتوي على ماء صب زيت في أحد الفرعين حتى إذا زاد ارتفاع الماء في الفرع الآخر بمقدار 6cm وكثافة الزيت النسبية 0.8 فإن ارتفاع الزيت الذي تم صبه هو.....

- (أ) 10cm (ب) 7.5cm (ج) 15cm (د) 20cm



١٠- منبور يتدفق منه الماء بمعدل ثابت ليملاً إناء وكانت العلاقة بين ضغط السائل على القاعدة مع زمن التدفق كما بالرسم البياني الموضح، فإن الإناء الذي ينسكب فيه الماء يكون بالشكل .....



١١- في الشكل أربع أواني بها نفس السائل فإن أكبر ضغط يكون عند النقطة.



١٢- في الشكل مكبس صغير وآخر كبير متضادين فإذا كان مساحة الصغير  $5 \text{ cm}^2$  والكبير  $25 \text{ cm}^2$  ويتأثر الصغير بقوة 20N فإن القوة على الكبير حتى يتزن هي .....

- (أ) 4N (ب) 20N (ج) 100N (د) 500N

١٣- ما النتائج المترتبة على كل مما يأتي مع ذكر السبب:

١- عند إمالة البارومتر الزئبقي تدريجياً عن الوضع العمودي.

٢- استخدام أنبوبة أوسع في المانومتر.

٣- أخذ مانومتر يقرأ (11) إلى أعلى جبل على قراءته

٤- صعود شخص إلى مناطق جبلية عالية جداً.

١٤- متى يكون:

١- الضغط في مستوى أفقي واحد في سائل واحد متساوي ومتى لا يكون متساوي.

٢- يكون طول خيط الزئبق في أنبوبة بارومترية لا يغير عن الضغط الجوي.

٣- الفرق في ارتفاع السائل في فرعي المانومتر = صفر.

٤- الضغط عند نقطة في باطن البحر = قيمة عظمى.



١٥- إنشاء مفلق مملوء بثلاث سوائل مختلفة الكثافة لا تمتزج مما ومتساوية في الارتفاع وضح بالرسم البياني علاقة بين  $P$  الضغط عند نقطة في باطن السوائل وعمق النقطة مع تعليلك على شكل الخط البياني.

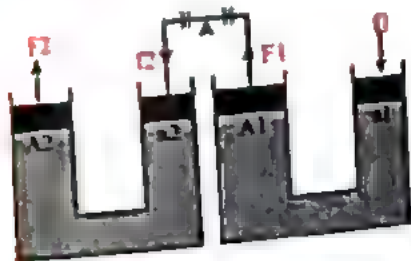
١٦- في الشكل الأنبوية ذات شعبتين منتظمة المقطع مفتوحة من الطرفين كما بالشكل إذا كانت  $\theta = 30^\circ$ .



في الشكل (١٦) الأنبوية بها ماء ثم وضع زيت كثافته  $750 \text{ kg/m}^3$  في الفرع الأيسر فأصبح طول الزيت  $0.8 \text{ m}$  احسب ارتفاع  $(\Delta h)$  للماء في الفرع الأيمن عما كان عليه.

$[0.15 \text{ m}]$

١٧- (المونج الوزارة ٩١)



في الشكل الموضح مكبسان يتصلان معاً بواسطة رافعة تقسم المسافة بنسبة ١:١ فإذا كان  $\frac{A_2}{A_1} = \frac{1}{50}$ .

احسب  $\frac{F_2}{A_2} = \frac{1}{40}$  واحسب الفائدة الآتية علماً بأن  $F_1 = 20 \text{ N}$

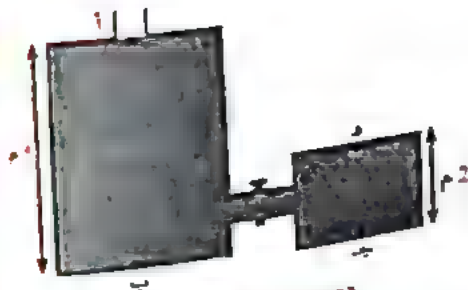
$[40000 \text{ N}, 2000]$

١٨- احسب الضغط الكلي عند النقطة أ، ب، ج، د اعتبر أن:

$$P_a = 105 \text{ N/m}^2, g = 10 \text{ m/s}^2$$

وإذا كان بين الخزائين صنبور وتم غلقه احسب الضغط عند نفس النقطة.

$[105, 1.58 \times 105, 1.5 \times 105, 1.3 \times 105]$



$[105, 1.5 \times 105, 2 \times 104, 0]$

١٩- إنشاء مفلق مملوء بثلاث سوائل مختلفة الكثافة لا تمتزج مما ومتساوية في الارتفاع وضح بالرسم البياني علاقة بين الضغط  $(P)$  عند نقطة في باطن السائل وعمق النقطة.

٢٠- أنبوية ذات شعبتين صب بها ماء بحيث يشغل 6 سم منها ثم صب زيت كثافته النسبية 0.8 بحيث يشغل 5 سم فإذا كان طول الجزء الأفقي من الأنبوية 2 سم، أوجد موضع السطح الفاصل في الأنبوية.

(عند نهاية فرع الحاوي على الزيت)



الوحدة الثانية

الحرارة

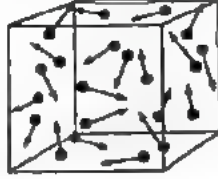


## قوانين الغازات



### الحركة الجزيئية للغازات:

يمكن إدراك أن جزيئات الغاز في حالة حركة مستمرة عشوائية من بعض تجارب دراسة الحركة البراونية (الحركة العشوائية المستمرة). لبعض الملاحظات الموجودة داخل سائل والتي كان براون أول من لاحظها فمنها:



#### تجربة (١):

عند إدخال بعض الدخان المتصاعد من شمعة مشتعلة داخل صندوق زجاجي جاف نظيف وإضاءته بضوء قوى وباستخدام ميكروسكوب يمكن رؤية الحركة العشوائية المستمرة لدقائق الكربون المكونة للدخان في خطوط مستقيمة واصطدامها مع بعضها البعض خلال حيز الصندوق أو مع جدرانه.

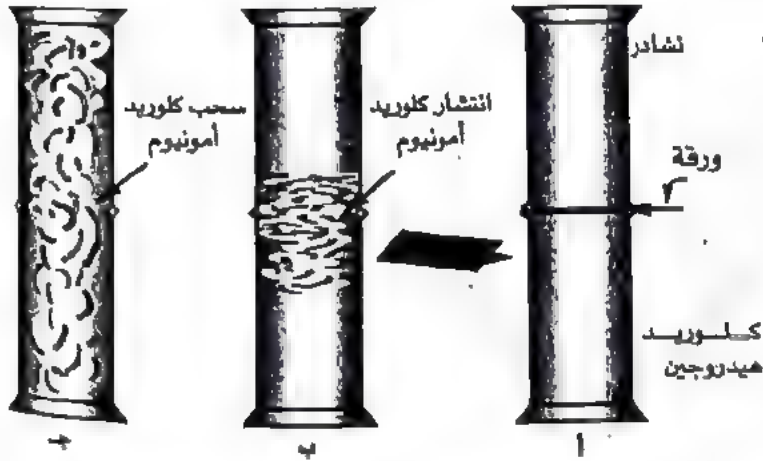
#### التفسير:

فسر ذلك العالم وليم رامزي على أساس أن جزيئات الغاز تتحرك بسرعات مختلفة في جميع الاتجاهات بطريقة عشوائية في خطوط مستقيمة وتتصادم مع بعضها كما تصطدم مع دقائق الكربون وعندما تكون التصادمات في جانب في لحظة معينة أكبر من التصادمات مع الجانب المقابل فإن دقيقة الكربون تتحرك في اتجاه معين.

#### تجربة (٢):

عند ملء مخبرين أحدهما بغاز النوشادر (ذو كثافة صغيرة) والآخر بغاز كلوريد الهيدروجين (ذو الكثافة الأكبر) ثم تكيس مخبار النوشادر فوق مخبار كلوريد الهيدروجين.

#### ملاحظة:



تكون سحابة بيضاء من كلوريد الأمونيوم تبدأ من موضع الاتصال ثم انتشارها خلال المخبرين مما يدل على انتقال جزيئات كلوريد الهيدروجين لأعلى خلال جزيئات النوشادر واتحادهما معه كذلك انتقال جزيئات النوشادر لأسفل خلال جزيئات كلوريد الهيدروجين.

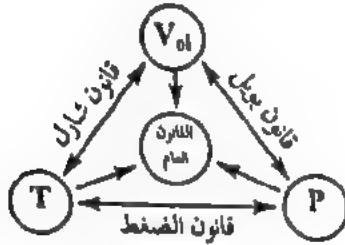
#### الاستنتاج:

نستنتج من انتقال جزيئات كل غاز خلال الآخر وجود مسافات كبيرة بين الجزيئات تسمى المسافات البينية وتثبت كذلك أن الغاز ينتشر لأعلى وإلى أسفل في الحيز المتاح له بصرف النظر عن كثافته. وعلى ذلك فإن للغازات قابلية للانضغاط عن طريق اقتراب جزيئاتها من بعضها فيقل الحجم الذي يشغله الغاز.



## قوانين الغازات The Gases law's

لا تتغير حجوم المواد الجامدة والمواد السائلة تغيراً محسوساً بتغير الضغط وذلك لصغر المسافات بين الجزيئات وكبر القوى الجزيئية بينها نتيجة لذلك ولكن في حالة الغازات حيث المسافات البينية كبيرة تتأثر بالضغط ولها خاصية قابلية الانضغاط وليس لها حجم محدد وتنتشر لتملأ الإناء الحاوي لها مهما كان حجمه.



### قوانين الغازات

تخضع الغازات المثالية لثلاث قوانين هامة كما بالشكل.  
ثم القانون العام للغازات حيث يوجد ثلاث متغيرات وهي:

١- الحجم.

٢- الضغط.

٣- درجة الحرارة.

وتوضح ذلك قوانين ثلاثة وهي:

١- قانون بويل.

٢- قانون شارل.

٣- قانون الضغط.

### قانون بويل Boyle's law

العلاقة بين حجم كتلة معينة من غاز وضغطه عند ثبوت درجة الحرارة.

القانون: عند ثبوت درجة الحرارة:

"يقاسب حجم كمية معينة من غاز ما تناسب عكسياً مع الضغط الواقع عليه".

تحقيق قانون بويل عملياً:

يستخدم لذلك الجهاز الموضح بالشكل.

التركيب:

أنبوبة زجاجية (B) مدرجة وتنتهي بصنبور يبدأ تدريجها من أعلى ، وأنبوبة زجاجية (A)

وتتصل الأنبوبتان بخراطوم مطاط، مثبت على قائم والقائم مثبت رأسياً تماماً وعليه مسطرة

مدرجة ويوضع فيها زئبق والأنبوبة (A) قابلة للحركة .

العمل:

١- عند فتح الأنبوبة (B) وتحريك الأنبوبة (A) لأعلى أو إلى أسفل حتى يكون سطح الزئبق

في مستوى واحد فيهما وعند المنتصف.

٢- نغلق الصنبور ونعين حجم الهواء المحبوس ثم يقاس الضغط الجوي  $P_a$  ببارومتر .

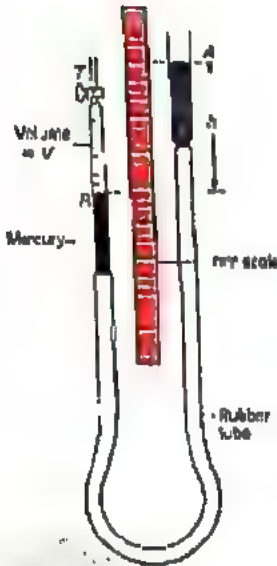
٣- نحرك الأنبوبة A إلى أعلى ونقيس حجم الهواء المحبوس وليكن  $V_2$  ونقيس فرق الارتفاع  $h$  ويكون الضغط ، سم زئبق  $P_2 = P_a + h$

٤- نكرر العمل السابق عدة مرات وفي كل مرة نقيس  $h$  ونحسب الضغط  $P$  المقابل.

٥- نحرك الأنبوبة (A) إلى أسفل وبذلك ينخفض سطح الزئبق في الفرع (B) ونقيس حجم الهواء المحبوس  $V$  والضغط  $P$  بمعرفة الانخفاض، سم

زئبق  $P = P_a - h$

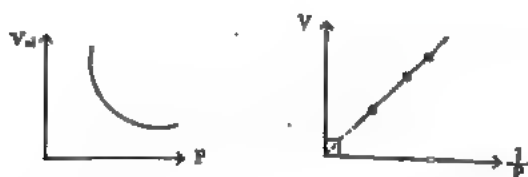
٦- نكرر العمل السابق عدة مرات وكل مرة نعين حجم الهواء المحبوس وضغطه.







٧- نرسم علاقة بيانية بين حجم الغاز ومقلوب الضغط كما بالشكل.



من العلاقة البيانية: خط مستقيم وهذا يحقق قانون بويل.

$$V_0 \propto \frac{1}{P}$$

$$\therefore P \cdot V = \text{Constant}$$

$$P_1 (V_0)_1 = P_2 (V_0)_2$$

$$\therefore V_0 = \text{Constant} \times \frac{1}{P}$$

ومعنى ذلك أن

$$\therefore \frac{P_1}{P_2} = \frac{(V_0)_2}{(V_0)_1}$$

### احتياطات تجربة بويل:

- ١- يفتح صنبور الأنبوبة الزجاجية الثابتة عند بداية التجربة ويعدل وضع الفرع الحر حتى يتساوى سطحا الزئبق في الفرعين فيكون ضغط الهواء في الأنبوبة الثابتة مساويا للضغط الجوي.
- ٢- ضبط المسامير المحواة في القاعدة الخشبية لجعل القاعدة أفقية تماما والمسطرة رأسية.
- ٣- أن يكون الغاز جافا لأن بخار الماء ليس غاز مثالي فلا يخضع للقانون.

**س:** متى يشد الغاز عن قانون بويل؟ وكيف يمكنك معرفة مدى الضغط الذي يخضع فيه الغاز لقانون بويل؟

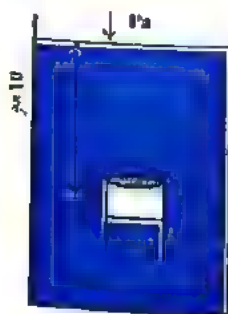
**ج:** يشد الغاز عن قانون بويل في الضغوط العالية جداً ويمكن معرفة مدى الضغط الذي يخضع فيه لقانون بويل برسم علاقة بيانية بين وفي نهاية الخط المستقيم هو المدى الذي يخضع فيه كما بالشكل.

### أمثلة

مثال (١٠):

اسطوانة مغلقة من طرف ومفتوحة من طرف آخر نكست رأسياً عليه في الماء وغمرت حتى عمق 10 متر فإذا كانت سمها 500 سم<sup>٢</sup> ومساحة مقطعها 20 سم<sup>٢</sup> احسب ارتفاع الماء الذي يدخلها بفرض ثبوت درجة الحرارة والضغط الجوي  $1.013 \times 10^5$  نيوتن/متر<sup>٢</sup>.

**الحل:**



حسب قانون بويل  $P_1 V_1 = P_2 V_2$

$$1.013 \times 10^5 \times 500 = [1.013 \times 10^5 + 1000 \times 9.8 \times 10] V_2$$

$$\text{منها } V_2 = 254 \text{ cm}^3$$

$$V = 500 - 254 = 246 \text{ cm}^3$$

ارتفاع الماء =  $\frac{\text{الحجم}}{\text{المساحة}} = \frac{246}{20} = 12.3 \text{ سم}$



مثال (٢٠)

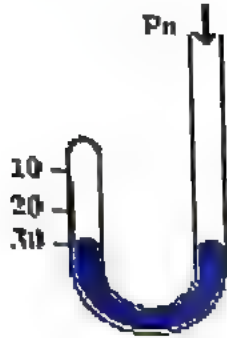
أنبوبية ذات شعبتين منتظمة المقطع بها زئبق كما بالشكل فإذا كان الضغط الجوي 75 سم زئبق وطول عمود الهواء المطلق 30 سم

احسب :

١- ضغط الهواء بالفرع المغلق عند وضع زئبق في المفتوح حتى يصل في المغلق إلى 20 سم،

٢- ثم إلى 10 سم .

الحل:



في الوضع الأول ضغط الغاز المحبوس =  $P_a$

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \quad \text{عندما يرتفع حتى علامة 20 سم}$$

$$75 \times 30 = P_2 \times 20 \quad \text{منها } P_2 = 112.5 \text{ سم زئبق}$$

ثانياً عندما يرتفع حتى علامة 10 سم

$$75 \times 30 = P_2 \times 10 \quad \therefore P_2 = 225 \text{ سم زئبق}$$

**ثانياً: قانون شارل (Charl's law)**

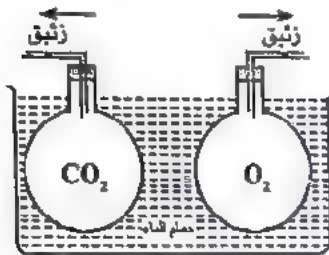
العلاقة بين حجم كتلة معينة من غاز ودرجة حرارته عند ثبوت الضغط.

١- تجربة لاثبات أن الغازات المختلفة تتمدد بنفس المقدار عند رفع درجة حرارتها نفس الدرجات مع ثبات الضغط؟

الجهاز كما بالشكل ويتكون من دورقين متساويي الحجم ومن نفس نوع المادة يتصل بفوهة كل منهما أنبوبية شعيرية تحتوي على خيط من

الزئبق طوله حوالي 2 سم وتوضع علامة عند موضع بداية خيط الزئبق:

١- يملأ أحدهما بنغاز الأكسجين والآخر بنغاز ثاني أكسيد الكربون.



٢- عند رفع درجة حرارة ماء الحوض بإضافة ماء ساخن، إلى درجات حرارة أعلى مع ملاحظة مقدار تمدد الغازات داخل الدورقين بدلالة المسافة التي يتحركها خيط الزئبق.

نجد أن خيط الزئبق يتحركان مسافات متساوية مما يدل على أن الحجم المتساوية من الغازات المختلفة تحت الضغوط الثابتة تتمدد (أو تتكسح) بنسبة واحدة للزيادات (أو الانخفاضات) المتساوية في درجة الحرارة.

**نص قانون شارل:**

عند ثبوت ضغط كتلة معينة من غاز ما فإن حجمها يزداد بمقدار  $\frac{1}{273}$  من حجمها الأصلي عند درجة الصفر سلسيوس كما رقت درجة حرارتها درجة واحدة.

عند ثبوت ضغط الغاز فإن حجم الغاز يزداد عندما ترتفع درجة حرارته بحيث تكون الزيادة في حجم الغاز  $\Delta V$  تتناسب طردياً مع ،

( $\Delta V$ ) تتناسب طردياً مع  $V_0$  وتتناسب طردياً مع  $\Delta t$

$$\begin{aligned} & (\Delta V \propto V_0 \Delta t) \\ & \begin{array}{l} \text{مقدار الارتفاع في درجة الحرارة } \Delta t \\ \Delta V \propto \Delta t \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{الحجم الأصلي } V_0 \\ \Delta V \propto V_0 \end{array} \\ & \therefore \Delta V = \alpha_v V_0 \Delta t \end{aligned}$$

حيث  $[\alpha]$  ثابت التناسب ويسمى معامل التمدد الحجمي للغاز تحت ضغط ثابت.

$$\alpha_v = \frac{\Delta V_0}{V_0 \Delta t} \quad \text{ك} \quad (1)$$



نمين معامل التمدد الحجمى لغاز تحت ضغط ثابت (تحقق قانون شارل عملياً،

الجهاز المستخدم، كما بالشكل (تجربة عملية)، [جهاز شارل]

### ويتركب من:

- 1- أنبوبة زجاجية طولها 30 سم وقطرها حوالي 1 مم مغلقة من أحد طرفيها وبها خيط من الزئبق أو قطرة من حمض الكبريتيك المركز لامتصاص بخار الماء وبذلك نحبس كمية من الهواء داخل الأنبوبة، ويدخل خيط الزئبق بطريقة التسخين والتبريد.
- 2- توضع الأنبوبة رأسياً داخل غلاف زجاجى له فتحتان علوية وسفلية.

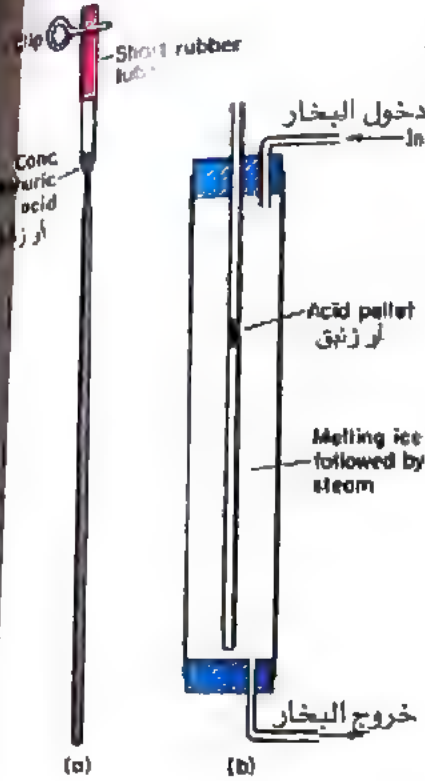
### العمل:

- 1- يملأ الغلاف بجليد مجروش ويترك فترة حتى تصبح درجة الحرارة صفر سيلزيوس، يقاس طول العمود الهوائى المحبوس  $V_0$ ، يتخذ طول العمود مقياساً للحجم، لأن الأنبوبة منتظمة المقطع.

- 2- يسرع الغلاف من الجليد ثم يمر فى الغلاف بخار ماء ساخن من أعلى إلى أسفل ويستقر حتى تصبح درجة الحرارة 100 سيلزيوس ويقاس طول العمود الهوائى  $V_{100}$

- 2- نموض فى العلاقة لحساب  $\alpha_v$

$$\alpha_v = \frac{\Delta V}{V_0 \cdot \Delta t} = \frac{(V_{nl})_{100} - (V_{nl})_0}{(V_{nl})_0 \times 100} = \frac{1}{273}$$



بهذا تحقق قانون شارل ونمين معامل زيادة الحجم عند ثبوت الضغط.

### تعريف معامل لتمدد الحجمى تحت ضغط ثابت ( $\alpha_v$ )

هو مقدار الزيادة فى وحدة الحجم من كتلة معينة من الغاز وهى فى درجة صفر سيلزيوس عند رفع درجة حرارتها در واحدة سيلزيوس عند ثبوت الضغط.

### احتياطات تجربة شارل:

- 1- أن تكون الأنبوبة الشعرية منتظمة المقطع حتى يكون طول العمود الهوائى المحبوس مقياساً للحجم.
- 2- أن تظل قطرة الزئبق داخل الحمام المائى طول التجربة.
- 2- أن يكون الغاز جافاً.

من نتائج تجربة شارل يمكن رسم علاقة بيانية بين درجة الحرارة ( $t$ ) سيلزيوس وحجم الغاز وهى علاقة تزايدية. والعلاقة الرياضية:  $V_t = V_0 + \alpha_v V_0 t$  = الحجم فى درجة صفر  $V_0$  + الزيادة فى الحجم.

$$(V_{nl})_t = (V_{nl})_0 + \alpha_v V_0 t$$

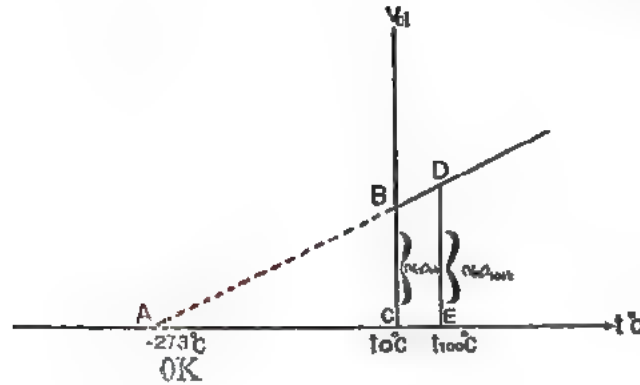
لأن  $\alpha_v = \frac{\Delta V}{V_0 \cdot \Delta t}$  حيث  $\Delta t$  هى  $t$  لأننا نبدأ من الصفر ويكون ميل الخط المستقيم هو  $(\alpha_v V_0)$



النتائج:

درجة الحرارة $t$	$0^\circ\text{C}$	$t_1$	$t_2$	$100^\circ\text{C}$
الحجم $V$	$V_0$	$V_1$	$V_2$	$V_{100}$

ثم نرسم علاقة بيانية بين  $V$  و  $t$  كما بالشكل .



من الرسم البياني:

(١) معنى الصفر كلفن:

هو درجة الحرارة التي عندها ينعدم حجم الغاز نظرياً عند ثبوت ضغطه .

(٢) من تشابه المثلثين أو من ميل الخط المستقيم نجد أن:

$$\frac{(V_{ol})_0}{273} = \frac{(V_{ol})_{100} - (V_{ol})_0}{100}$$

$$\therefore \frac{\Delta V}{V_0 \cdot \Delta t} = \frac{(V_{ol})_{100} - (V_{ol})_0}{(V_{ol})_0 \times 100} = \frac{1}{273} \text{ K}^{-1}$$

من ذلك نجد أن  $\frac{1}{273} = \alpha$  عملياً .

٢- من الرسم يمكن استنتاج صيغة أخرى لقانون شارل من ميل الخط المستقيم أيضاً أو تشابه المثلثين.

يمكن استنتاج الصيغة التالية لقانون شارل:

$$T_1 = 273 + t_1$$

$$T_2 = 273 + t_2$$

$$\frac{(V_{ol})_1}{T_1} = \frac{(V_{ol})_2}{T_2}$$

$$\frac{V}{T} = \text{Constant} \quad \therefore V \propto T$$

ملحوظة:

الضغط أثناء التجربة ثابت لأنه يساوي  $P_0$  + الضغط الناتج من وزن قطره الزئبق وليس طولها.



### صورة أخرى لحساب $\alpha$

نظراً لأن معامل التمدد  $\alpha$  يحسب ابتداءً من درجة الصفر سيلزيوس في حالة الغازات لكبر معامل التمدد لها ويمكن حسابه من العلاقة:

$$\therefore \alpha_V = \frac{\Delta V_{01}}{V_0 \cdot \Delta t} = \frac{V_1 - V_0}{V_0 (t_1 - 0)} \quad \text{عند التسخين إلى } t_1$$

$$V_1 = V_0 (1 + \alpha t_1) \quad \text{ومنها (1)}$$

$$\alpha_V = \frac{V_2 - V_0}{V_0 (t_2 - 0)} \quad \text{وعند التسخين إلى } t_2$$

$$V_2 = V_0 (1 + \alpha t_2) \quad \text{ومنها (2)}$$

$$\frac{(V_{01})_1}{(V_{01})_2} = \frac{1 + \alpha t_1}{1 + \alpha t_2}$$

من 1, 2 بالقسمة

### مثال:

أنبوبة شعيرية طولها 20 سم بها قطرة زئبق طولها 4 سم في المنتصف تماماً عندما كانت درجة الحرارة  $27^\circ\text{C}$  احسب أكبر درجة حرارة يمكن قياسها باستخدام هذه الأنبوبة كترمومتر غازي ثابت الضغط

**الحل:**



أقصى درجة حرارة عندما تصل القطرة إلى نهاية الأنبوبة.

$$\frac{(V_{01})_1}{T_1} = \frac{(V_{01})_2}{T_2} \quad \therefore \quad \frac{8}{27 + 273} = \frac{16}{T_2} \quad \text{منها } T_2 = 600 \text{ K}$$

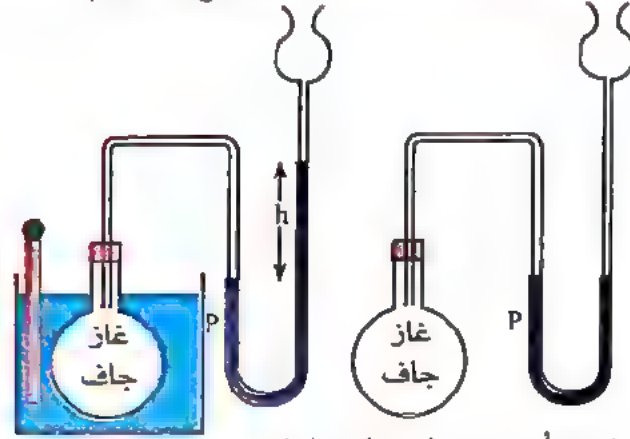
$$t_2 = 600 - 273 = 327^\circ\text{C}$$

### ملحوظة:

• من المثال السابق يمكن استخدام أنبوبة شعيرية بها قطرة زئبق لتعيين درجة حرارة سائل بدون استخدام ترمومترات أخرى.



ب- تجربة لتوضيح زيادة ضغط الغازات المختلفة عند رفع درجة حرارتها نفس الدرجات مع ثبات الحجم.



يتكون من دورق متصل به أنبوبة ذات شعيتين أ، ب تحتوى على مقدار من الزيتيق.

1- عند وضع الزيتيق يكون قد حبس مقدار من الهواء حجمه = حجم الدورق ويكون ضغطه مساوياً للضغط الجوي لذلك يكون ارتفاع سطح الزيتيق في الأنبوبين واحداً عند درجة حرارة الغرفة ( $t^{\circ}$ ) ونضع علامة واضحة عند سطحه في الأنبوبة (أ).

2- عند وضع الدورق في حوض به ماء ساخن عند درجة حرارة ( $t^{\circ}$ ) يتمدد الهواء المحبوس ويضغط على سطح الزيتيق فينخفض في القعر (أ) ويرتفع في القعر (ب).

3- إضافة زيتيق إلى القعر ب عن طريق القمع حتى يعود سطح الزيتيق في القعر (أ) إلى العلامة (بذلك يعود حجم الهواء إلى ما كان عليه حتى يظل حجمه ثابتاً) فيكون فرق ارتفاعي سطحى الزيتيق في الأنبوبين ( $h$ ) هو مقدار الزيادة في ضغط الهواء المحبوس حيث ضغط الهواء الساخن المحبوس = الضغط الجوي +  $h$  سم زيتيق.

4- وعند تكرار التجربة عدة مرات مع استبدال الهواء يهاز آخر في كل مرة والتسمه بين إلى نفس درجة الحرارة.

### الاستنتاج

عند ثبوت الحجم تزداد الضغوط المتساوية للغازات المختلفة بنفس المقدار إذا ارتفعت درجة حرارتها نفس العدد من الدرجات.

نص قانون الضغط:

عند ثبوت حجم كتلة معينة من غاز ما فإن ضغطها يزداد بمقدار  $\frac{1}{273}$  من ضغطها الأصلي عند درجة صفر سيلزيوس كلما ارتفعت درجة حرارتها درجة واحدة.

وجد عملياً أنه عند ثبوت حجم الغاز؛ فإنه برفع درجة حرارة كمية معينة من الغاز يزداد ضغطها بحيث تكون الزيادة في ضغط الغاز  $\Delta P$  تتوقف على:

$$\begin{aligned} & (\Delta P \text{ تتناسب طردياً مع}) \\ & \begin{array}{l} \text{الضغط الأصلي } P_0 \\ \Delta P \propto P_0 \\ \Delta P \propto \Delta t \\ \therefore \Delta P = \beta_p P_0 \Delta t \end{array} \end{aligned}$$

حيث  $\beta_p$  ثابت التناسب ويسمى في هذه الحالة معامل زيادة ضغط الغاز عند ثبوت حجمه.

$$\beta_p = \frac{\Delta P}{P_0 \cdot \Delta t} = \frac{1}{273} \text{ K}^{-1} \quad (1)$$



## تعيين معامل زيادة ضغط الغاز عند ثبوت حجمه (تجربة عملية).

يستخدم لذلك جهاز (جولى) الموضح بالرسم ويتركب من:

١- مستودع كروى من الزجاج يوجد به  $\frac{1}{2}$  حجمه زيتاً ليظل حجم الجزء المتبقى منه ثابتاً فى جميع درجات الحرارة (لمعادلة الإناء) ويملاً الجزء المتبقى منه هواء جاف.

٢- يتصل بالمستودع أنبوبة شعرية طويلة تتصل بواسطة أنبوبة من المطاط بأنبوبة زجاجية أكثر اتساعاً بها كمية مناسبة من الماء كمانومتر.

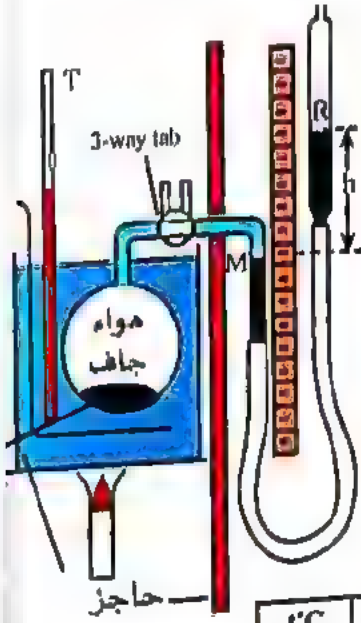
٣- الجهاز مثبت فى قائم رأسى مثبت بدورته على قاعدة أفقية تتركز على ثلاث مسامير محواه لجعل القائم رأسياً تماماً، إلا قابلة للحركة إلى أعلى وإلى أسفل على طول القائم الرأسى.

خطوات العمل:

١- يمين الضغط الجوى وقت إجراء التجربة بالبارومتر ( $P_0$ ).

٢- يوضع الدورق فى حمام مائى كما بالشكل ثم نرفع درجة حرارة الإناء حتى  $100^\circ\text{C}$  وننتظر فترة حتى تثبت ونحرك الفرع الخالص لأعلى حتى يثبت سطح الزيت فى الفرع المتصل بالغاز عند العلامة الثابتة أى ثبوت الحجم ونعين  $P_{100}$ .

٣- نوقف التسخين ونترك المستودع لتتخفف درجة الحرارة إلى قيم مختلفة وكل مرة نعين  $P$  ونستمر فى ذلك وكل مرة تتخفف الأنبوبة الخالصة ب مع خفض درجة الحرارة حتى درجة  $0^\circ\text{C}$  ونعين  $P_0$  ثم نضع النتائج فى جدول:



$t^\circ\text{C}$	100	90	80	70	60	50	0
$P$	$P_{100}$						$P_0$

٤- من النتائج يمكنك تعيين  $\beta$  معامل زيادة الضغط عند ثبوت الحجم.

$$\beta = \frac{\Delta P}{P_0 \cdot \Delta t} = \frac{P_{100} - P_0}{P_0 \times 100} = \frac{1}{273} \quad \text{كلن}^{-1}$$

وهذا يحقق قانون الضغط.

احتياطات التجربة:

- (١) يوضع  $\frac{1}{2}$  حجم المنتفخ زيتى لمعادلة تمدد المنتفخ حتى يبقى حجم الغاز ثابتاً فى جميع درجات الحرارة.
- (٢) نبدأ من درجة  $100^\circ\text{C}$  ثم نبرد حتى درجة صفر.
- (٣) أن يكون الغاز جافاً.
- (٤) أن يكون القائم رأسياً تماماً.

من الرسم البيانى:

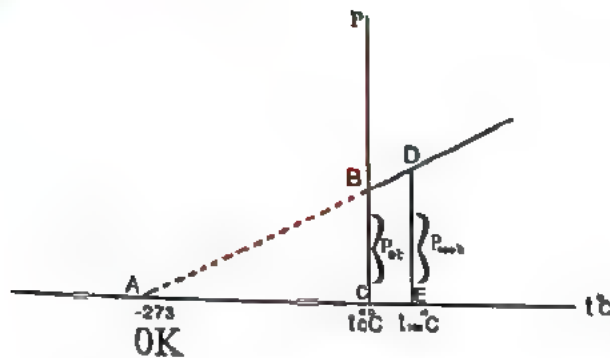
١- معنى الصفر كلن (المطلق):

هو درجة الحرارة التى عندها ينعدم ضغط الغاز نظرياً عند ثبوت الحجم.

٢- من ميل الخط المستقيم يمكن استنتاج:  $\beta$  (معامل زيادة الضغط عند ثبوت الحجم) من نتائج الجدول نرسم علاقة بيانية بين  $P, t$  والعلاقة الرياضية هى  $P_t = P_0 + \beta P_0 \Delta t$



لم نجد الخط المستقيم حتى ينعدم الضغط ونعين الصفر كلفن كما بالشكل.



$$\frac{1}{273} = \frac{P_{100} - P_0}{P_0 \times 100}$$

$$\therefore \beta_p = \frac{P_{100} - P_0}{P_0 \times 100} = \frac{1}{273} K^{-1}$$

٢- من الرسم البياني السابق من التشابه المثلثين يمكن استنتاج أن:

### تعريف معامل زيادة الضغط تحت حجم ثابت ( $\beta_p$ )

هو مقدار الزيادة في وحدة الضغط من كتلة معينة من غاز ما وهي في درجة صفر سيلزيوس إذا ارتفعت درجة حرارته درجة واحدة سيلزيوس مع ثبوت الحجم.

ويمكن استنتاج أن:

صيغة أخرى لقانون الضغط،

"عند ثبوت حجم كتلة معينة من غاز ما يتناسب الضغط تناسباً طردياً مع درجة الحرارة على تدرج كلفن".

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{1 + \beta t_1}{1 + \beta t_2}$$

علاقة لحساب  $\beta$  بدقة:

### مثال على قانون الضغط:

خزان ذو جسم ثابت كان فرق الضغط الهواء فيه 2 ضغط جوى عند درجة  $27^\circ C$  فإذا رفعت درجة الحرارة حتى صار فرق الضغط فيه 4 ضغط جوى فما هي درجة الحرارة الجديدة.

**الحل:**

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \quad \therefore \frac{P_1 + 2P_1}{300} = \frac{P_1 + 4P_1}{T_2}$$

$$\frac{3P_1}{300} = \frac{5P_1}{T_2} \quad \therefore T_2 = 500^\circ K = 227^\circ C$$

### القانون العام للغازات

يطلق على العلاقة التي تربط بين المتغيرات الثلاثة للغاز الحجم والضغط ودرجة الحرارة اسم القانون العام ويستخدم عند تغير

كل من الضغط والحجم ودرجة الحرارة.

استنباط القانون العام:

من قانون بويل  $V \propto \frac{1}{P}$  عند ثبوت درجة الحرارة.

قانون شارل  $V \propto T$  عند ثبوت الضغط.

أي أن  $PV = \text{Constant} \cdot T \quad \therefore \frac{PV}{T} = \text{Constant}$

ويمكن استنتاج ذلك من أي علاقيتين من القوانين الثلاثة.

### تعريف القانون العام

حاصل ضرب حجم كتلة معينة من غاز ما في ضغطها مقسوماً على درجة حرارتها (كلفن) يساوي مقداراً ثابتاً دائماً.



$$\frac{P_1(V_{ol})_1}{T_1} = \frac{P_2(V_{ol})_2}{T_2}$$

ويكتب القانون العام:

سيفتأخرى لقانون العام،

$$\therefore \frac{P_1 m}{\rho_1 T_1} = \frac{P_2 m}{\rho_2 T_2}$$

حيث  $\rho$  كثافة الغاز  $\therefore m = \rho \cdot V$

$$\frac{P_1}{\rho_1 T_1} = \frac{P_2}{\rho_2 T_2}$$

### ملاحظات هامة:

١- تعريف الثابت العام للغازات ( $R$ ): هو حاصل ضرب حجم واحد مول من الغاز في ضغطه مقسوماً على درجة حرارته كلفن.

$$R = \frac{PV_{ol}}{T}$$

حيث  $R$  ثابت يعرف بالثابت العام للغازات وهو ثابت لجميع الغازات. وإذا استخدم مول واحد من الغاز تسمى المعادلة معادلة الحال للغازات.

$$PV = RT$$

$$P \cdot V_{ol} = n \cdot R \cdot T$$

حيث  $n$  عدد المولات من الغاز.

$$\text{تحتسب } (n) = \frac{\text{الكتلة للمادة}}{\text{كتلة المول}} \text{ أو } \frac{N}{N_A} \text{ أو } \frac{\text{الحجم باللتر في م. ق. س.}}{22.4}$$

٢- لا تحتفظ الغازات بحالتها الغازية حتى الوصول إلى صفر كلفن وإنما تتحول إلى الحالة السائلة ثم الحالة الصلبة بعد ذلك.

٣- في قوانين الغازات الثلاثة والقانون العام للغازات لابد أن تكون كتلة الغاز ثابتة مهما تغير الحجم أو الضغط أو درجة الحرارة.

٤- عند التعويض في قوانين الغازات تقاس الكمية الفيزيائية بنفس النوع من الوحدات وبذلك يمكن اختصار مقادير هذه الكميات مما يجبرنا من طرفي المعادلة ما عدا درجة الحرارة فيلزم أن تكون درجات ( $T$ ) كلفن. حيث ( $R$ ) الثابت العام للغازات = 8.31 جول/مول كلفن، ( $n$ ) عدد المولات.

$$\frac{P \cdot V_{ol}}{T} = nR$$

٥- عندما يراد حساب كتلة الغاز يستخدم القانون.

$$\therefore \text{كتلة الغاز} = \text{كتلة المول} \times \text{عدد المولات}$$

٦- عند خلط عدة غازات معا لتشكل حجم واحد ( $V$ ) عند درجة حرارة واحدة ( $T^\circ$ ) كلفن فإن كل غاز على حدة يشغل الحجم ( $V$ ) ويكون ضغط الخليط ( $p$ ) مساوياً لمجموع ضغوط الغازات.

$$\frac{P \cdot V_{ol}}{T} (\text{خليط}) = \frac{(V_{ol})_1 P_1}{T_1} + \frac{(V_{ol})_2 P_2}{T_2} + \dots$$

ويسمى ذلك قانون الضغوط الجزئية.

٧- إذا كان الغازان في متعدين متفصلين تصلهما أنبوبة مهملة الحجم.

٨- عند اتصالهما معاً ويفرض اختلاف درجة حرارتي الاتصاخين.

$$\frac{(V_{ol})_1 \cdot P_1}{T_1} + \frac{(V_{ol})_2 \cdot P_2}{T_2} = \frac{(V_{ol})_1 P}{T_3} + \frac{(V_{ol})_2 \cdot P}{T_4}$$

قبل الاتصال                      بعد الاتصال

٨- إضافة أو سحب كتلة معينة من غاز ما في حيز محدود يستخدم القانون الآتي:

$$\frac{P_1}{m_1 \cdot T_1} = \frac{P_2}{m_2 \cdot T_2}$$



من، احسب قيمة الثابت العام للغازات وما هي وحداته؟

ج: احساب قيمة الثابت العام للغازات يستخدم واحد مول من أي غاز في م.ض. د حيث يكون معلوم حجمه وضغطه ودرجة حرارته.

$$R = \frac{PV_{ol}}{T} = \frac{1.013 \times 10^5 \times 22.4 \times 10^{-3}}{273} = 8.31$$

$$\text{ووحده هي} = \frac{\text{وحدة ضغط} \times \text{وحدة حجم}}{\text{كلفن}} = \frac{\text{نيوتن} \times \text{م}^3}{\text{كلفن} \times \text{م}^3} = \text{جول / مول كلفن}$$

### أمثلة

مثال (١٠):

فقاعة هوائية على عمق 10 متر تحت سطح الماء العذب حيث درجة الحرارة 7° سيلزيوس وكان حجمها 23 سم³ = احسب حجمها قبل أن تصل إلى سطح الماء مباشرة بفرض أن درجة حرارة السطح 17° سيلزيوس.

**الحل:**

$$P_1 = P_a = 1.013 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

$$P_2 = P_a + \rho g h = 1.013 \times 10^5 + 1000 \times 9.8 \times 10 = 1.993 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

$$\frac{P_1 (V_{ol})_1}{T_1} = \frac{P_2 (V_{ol})_2}{T_2}$$

$$\frac{1.013 \times 10^5 \times V_{01}}{(273 + 17)} = \frac{1.993 \times 10^5 \times 23}{(273 + 7)}$$

$$V_{01} = 46.68 \text{ cm}^3$$

مثال (١١):

كتلة من غاز الأكسجين تشغل حجمًا قدره 550 لتر عند درجة 5°C وتحت ضغط قيمته 1.013 × 10⁵ باسكال احسب قيمة الحجم عند درجة 30°C وتحت ضغط قيمته 1.066 × 10⁵ باسكال.

**الحل:**

$$\frac{P_1 (V_{ol})_1}{T_1} = \frac{P_2 (V_{ol})_2}{T_2}$$

$$\therefore \frac{1.013 \times 10^5 \times 550}{[5 + 273]} = \frac{1.066 \times 10^5 \times V}{[30 + 273]} \therefore V = 570 = \text{لتر ومنها}$$

مثال (١٢):

إذا كانت كثافة غاز النيتروجين عند درجة الحرارة والضغط القياسيين م.ض. د [S.T.P.] هي 1.25 Kg/m³ فمبن كثافة النيتروجين عند درجة الحرارة 42° سيلزيوس وتحت ضغط قيمته: 0.97 × 10⁵ N/m²

**الحل:**

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{P_1}{P_2} = \frac{P_1}{P_2}$$

$$\frac{1.013 \times 10^5}{1.25 \times 273} = \frac{0.97 \times 10^5}{P \times [42 + 273]}$$

$$P = 1.04 \text{ Kg/m}^3 \text{ ومنها}$$



### مثال (٤)

احسب كثافة غاز الميثان عند درجة حرارة  $20^\circ\text{C}$  وتحت ضغط  $5 \times 10^5 \text{ N/m}^2$  علماً بأن الوزن الجزيئي له 16.

### الحل:

الكثافة  $\rho$  عند الضغط القياسي ودرجة الحرارة القياسية.

حجم المول في STP = 22.4 لتر

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{0.016}{0.0224} = 0.714 \text{ Kg/m}^3$$

$$\frac{P_1}{P_1 T_1} = \frac{P_2}{P_2 T_2} \therefore \frac{1.013 \times 10^5}{0.714 \times 273} = \frac{5 \times 10^5}{\rho \times 293}$$

ومنها

$$\rho = 3.29 \text{ Kg/m}^3$$

### مثال (٥)

إذا كانت أقصى سعة لبالون رقيق من المطاط هي 1000 سم<sup>3</sup> وعندما أدخلت فيه كمية من غاز تحت ضغط 76 سم زئبق ودرجة حرارة  $7^\circ\text{C}$  أصبح حجم البالون 900 سم<sup>3</sup> فإذا أدخل البالون بعد ذلك تحت ناقوس في مخلخلة هواء حيث خفض الضغط داخل الناقوس إلى 72 سم زئبق مع رفع درجة الحرارة إلى  $35^\circ\text{C}$  فهل يتفجر البالون وماذا.

### الحل:

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \quad \frac{900 \times 76}{280} = \frac{V \times 72}{308} \quad \therefore V = 1045 \text{ Cm}^3$$

∴ يتفجر البالون لأن أقصى سعة له 1000 سم<sup>3</sup>.

### مثال (٦)

15 لتر من غاز في درجة  $20^\circ\text{C}$  فإذا ارتفعت درجة حرارتها إلى  $30^\circ\text{C}$  فأصبح الحجم 15.512 لتر في نفس الضغط احسب من ذلك معامل التمدد الحجمي للغاز تحت ضغط ثابت.

### الحل:

$$\frac{(V_0)_1}{(V_0)_2} = \frac{1 + \alpha t_1}{1 + \alpha t_2} \quad \therefore \frac{15}{15.512} = \frac{1 + \alpha \times 20}{1 + \alpha \times 30}$$

$$\alpha = 3.663 \times 10^{-3} \quad \text{ومنها}$$

### مثال (٧)

خلطت 5 لتر من غاز نتروجين درجة حرارتها  $17^\circ$  وضغطها 70 سم زئبق مع 12 لتر من غاز أكسجين درجة حرارتها  $27^\circ$  وضغطها 80 سم زئبق ووضع الخليط في إناء حجمه 16 لتر ودرجة حرارته  $17^\circ$  درجة فكم يكون الضغط للخليط؟

### الحل:

١ - نعتبر غاز النتروجين بمفرده في الإناء فيكون ضغطه  $P_2$

$$\frac{P_1 \cdot (V_0)_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot (V_0)_2}{T_2} \quad \frac{70 \times 5}{290} = \frac{P_2 \times 16}{290} \quad \therefore P_2 = 21.87$$

٢ - نعتبر غاز الأكسجين بمفرده في الإناء فيكون ضغطه  $P_2$  بالمثل يكون

$$\frac{80 \times 12}{300} = \frac{P_2 \times 16}{290} \quad \therefore P_2 = 58$$

$$\therefore P = P_1 + P_2$$

الضغط الكلي للخليط

$$= 21.87 + 58 = 79.87 \text{ سم زئبق}$$



يمكن حل آخر باستخدام قانون الضغط الجزئية الأمتى :

$$\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} + \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2} = \frac{P \cdot V}{T}$$

مثال (٨٩)

يستوى إثناء على 24 جم من غاز ما فى درجة 27° وضغط 75 سم زئبق فإذا رفعت درجة الحرارة 100 درجة وتسرب من الغاز 40% من كتله أصعب الضغط للغاز المتبقى.

الحل:

$$\begin{aligned} \frac{P_1}{m_1 \cdot T_1} &= \frac{P_2}{m_2 \cdot T_2} \\ &= 24 \times \frac{40}{100} = 9.6 \text{ جم} \\ m_2 &= 24 - 9.6 = 14.4 \text{ جم} \\ \frac{75}{24 \times 300} &= \frac{P_2}{14.4 \times 400} \end{aligned}$$

يستخدم القانون

كتلة الغاز التسرب

المتبقى من الغاز

سم زئبق 60 = P2

مثال (٩٠)

دورق به هواء سخن من 15°C إلى 87°C كم نسبة حجم ما خرج منه من الهواء إلى ما كان موجود فيه.

الحل:

الضغط ثابت لأن الدورق مفتوح يستخدم قانون شارل

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1} = \frac{360}{280} = \frac{5}{4} = 1.25$$

فى الذى خرج 25% من حجم الهواء أولاً.  
حل آخر:

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{V_1 + V}{V_1} = \frac{360}{280} = \frac{5}{4}$$

$$5V_1 = \Delta V_1 + 4\Delta V \quad \therefore \Delta V = \frac{V_1}{4} = \frac{1}{4} V_1$$



## ملخص الفصل

### أولاً: القوانين الهامة

#### الفصل الخامس:

١- قانون بويل (عند ثبوت درجة الحرارة).

٢- قانون شارل (عند ثبوت الضغط).

٣- قانون الضغط (عند ثبوت الحجم).

٤- القانون العام للغازات I →

٥- صيغة أخرى بدلالة الكثافة II →

٦- حساب  $\alpha$  معامل زيادة الحجم عند ثبوت الضغط.

٧- حساب  $\beta$  معامل زيادة الضغط عند ثبوت الحجم.

٨- المعادلة العامة للغازات

حيث (n) عدد المولات R الثابت العام للغازات = 8.31 جول/مول كلفن

$$\pi = \text{عدد المولات} = \frac{\text{الكتلة الممثلة}}{\text{كتلة المول}} = \frac{\text{حجم الغاز في م.ص.م. بالنتر}}{22.4} = \frac{N}{N_A}$$

• الحجم الذي يشغله واحد مول من أي غاز في م.ص.م. (S.T.P) = 22.4 لتر.

١٠- خلط غازات معاً.

الخليط الغاز الثاني الغاز الأول

١١- إضافة أو سحب كمية من غاز حيز معين.

١٢- اتصال غازان معاً.

١٣- حساب  $\alpha$  (في حالة  $V_0$  غير معلومة)

١٤- حساب  $\beta$  (في حالة  $P_0$  غير معلومة)

$$P_1 (V_{ol})_1 = P_2 (V_{ol})_2$$

$$\frac{(V_{ol})_1}{T_1} = \frac{(V_{ol})_2}{T_2}$$

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

$$\frac{P_1 (V_{ol})_1}{T_1} = \frac{P_2 (V_{ol})_2}{T_2}$$

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

$$\alpha = \frac{(V_{ol})_t^{\circ C} - (V_{ol})_0^{\circ C}}{(V_{ol})_0^{\circ C} \times \Delta t^{\circ C}} = \frac{V_{100} - V_0}{V_0 \times 100} = \frac{1}{273} K^{-1}$$

$$\beta = \frac{P_t^{\circ C} - P_0^{\circ C}}{P_0^{\circ C} \times \Delta t^{\circ C}} = \frac{P_{100} - P_0}{P_0 \times 100} = \frac{1}{273} K^{-1}$$

$$PV_{ol} = nRT$$

$$\frac{P_1 (V_{ol})_1}{T_1} + \frac{P_2 (V_{ol})_2}{T_2} \dots \dots = \frac{P \cdot V_{ol}}{T}$$

$$\frac{P_1}{m_1 T_1} = \frac{P_2}{m_2 T_2}$$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} + \frac{P_2 V_2}{T_2} = \frac{PV_1}{T_3} + \frac{PV_2}{T_4}$$

قبل الاتصال

بعد الاتصال

$$\frac{(V_{ol})_1}{(V_{ol})_2} = \frac{1 + \alpha t_1}{1 + \alpha t_2}$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{1 + \beta t_1}{1 + \beta t_2}$$



تأثير استنباط القانون العام للغازات

من قانون بويل:

$$V_{el} \propto \frac{T}{P}$$

$$Vol \propto R$$

من قانون شارل:

$$\therefore V_{el} \propto \frac{T}{P}$$

$$\therefore V_{el} = \text{const} \times \frac{T}{P}$$

$$\therefore \frac{PV_{el}}{T} = \text{const}$$

$$\therefore \frac{P_1 (V_{el})_1}{T_1} = \frac{P_2 (V_{el})_2}{T_2}$$

نتيجة ما معنى قولنا أن:

١- عدد أفوجادرو  $6.023 \times 10^{23}$

هو أن عدد الجزيئات أو الذرات الموجودة في واحد مول من أي مادة = جزيئ  $6.023 \times 10^{23}$

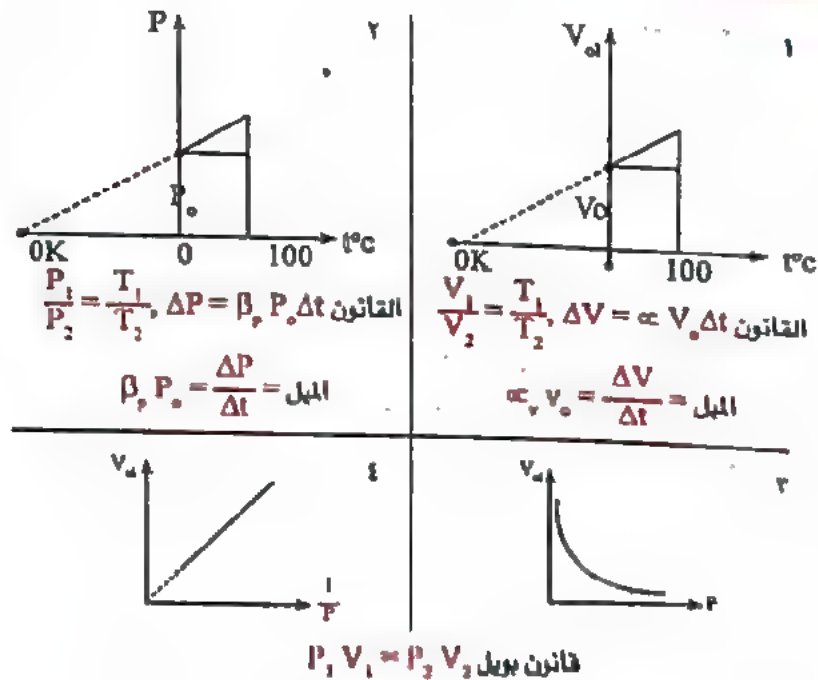
٢- معامل التمدد الحجمي لغاز تحت ضغط ثابت =  $\frac{1}{273}$

هو أن مقدار الزيادة في حجم وحدة الحجم من الغاز عند رفع درجة حرارته درجة واحدة كلفن بدأ من الصفر سيلزيوس هو  $\frac{1}{273}$

٣- معامل زيادة الضغط عند ثبوت الحجم =  $\frac{1}{273}$

هو أن مقدار الزيادة في ضغط وحدة الضغوط من الغاز عند رفع درجة حرارته درجة واحدة كلفن بدأ من الصفر سيلزيوس =  $\frac{1}{273}$

٣٣٥ العلاقات البيانية





## رابعاً: الوحدات المستخدمة

الوحدة المشتقة	الوحدة الأساسية
الطاقة الحرارية	جول
الثابت العام للغازات	جول / مول كلفن
ثابت بولتزمان	جول / كلفن

## خامساً: التعاريف الهامة

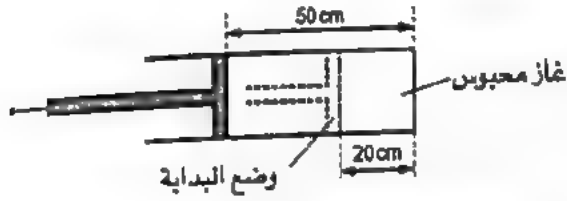
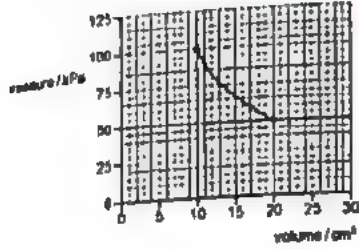
الكمية الفيزيائية	التعريف
١ - الطاقة الداخلية لجسم	هي مجموع طاقتي الوضع والحركة لجميع جزيئات الجسم.
٢ - درجة الحرارة	هي الخاصية التي يمكن بواسطتها الحكم على نظام ما بأنه في حالة اتزان حراري مع الوسط المحيط أم لا.
٣ - المول	هو يساوي عدد الكتلة الجزيئية للمادة بالجرام.
٤ - معامل التمدد الحجمي	هو مقدار الزيادة في حجم وحدة الحجم من الغاز عند رفع درجة حرارته درجة واحدة كلفن بدءاً من الصفر سيلزيوس.
٥ - معامل الزيادة في الضغط	هو مقدار الزيادة في ضغط وحدة الضغوط من الغاز عند رفع درجة حرارته درجة واحدة كلفن بدءاً من الصفر سيلزيوس.
٦ - الصفر كلفن	هو درجة الحرارة التي ينعدم عندها حجم الغاز نظرياً عند ثبوت ضغطه.
٧ - الحركة العشوائية البراونية	هو درجة الحرارة التي ينعدم عندها ضغط الغاز نظرياً عند ثبوت حجمه.
٨ - قانون أفوجادرو	هي حركة جزيئات الغاز في خطوط مستقيمة في جميع الاتجاهات داخل الحيز المتاح لها.
٩ - الغاز المثالي	هو الحجم المتساوية من الغازات المختلفة تحتوى على نفس العدد من الجزيئات إذا كانت تحت نفس الظروف من الضغط ودرجة الحرارة.
١١ - القانون العام للغازات	هو الغاز الذي يتلاشى حجمه وضغطه عند الصفر المطلق ويهمل قوى التجاذب بين الجزيئات وحجم الجزيئات يهمل بالنسبة لحجم الإناء الحاوي.
١٢ - الثابت العام للغازات	حاصل ضرب حجم كمية معينة من غاز ما في ضغطها مقسوم على درجة حرارتها على تدرج كلفن يساوي مقدار ثابت.
	هو حاصل ضرب حجم واحد مول من أى غاز في ضغطه مقسوم على درجة حرارته كلفن.



سادسا: التعليلات الهامة

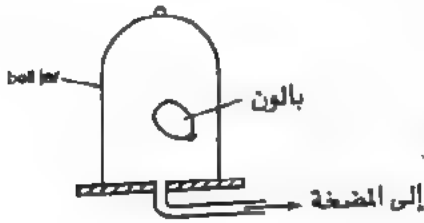
التعليل	الحقيقة العلمية
وذلك لمعادلة تمدد الإناء الزجاجي حتى يظل حجم الغاز ثابت دائما عند التسخين لأن الزيادة في حجم الزيتيق = الزيادة في تمدد الإناء الزجاجي.	١- يوضع $\frac{1}{7}$ حجم الدورق في جهاز جولي زيتيق.
وذلك لأن بخار الماء لا يخضع للقوانين الخاصة بالغازات المثالية لأنه ليس غاز مثالي وحتى لا يضاف ضغطه إلى ضغط الغاز.	٢- يشترط لتحقيق قوانين الغازات الثلاثة أن يكون الغاز دائما جافا.
عند تبريد جهاز جولي ينكمش الهواء فيه ويقل الضغط وبذلك يسحب الزيتيق من الأنبوبة القريبة إلى داخل الانتفاخ فيزيد حجم الزيتيق في الدورق ولا يصلح مرة ثانية وكذلك حتى يعادل الضغط داخله.	٣- عند تبريد جهاز جولي يجب خفض الانبوبة البارومترية المتحركة.
لأن المسافات البينية كبيرة في حالة الغازات لذلك عند الضغط عليها تقترب من بعضها ويقل الحجم.	٤- الغاز قابل للانضغاط.
وذلك لأن جزيئات الغاز مرنة وتصادماتها معا ومع جدران الإناء تصادم مرن فلا تتغير السرعة وتظل ثابتة.	٥- سرعة جزيئات الغاز قبل وبعد التصادم ثابتة.
وذلك حتى يتناسب حجم الغاز مع الطول طرديا وتأخذ الطول يعبر عن الحجم للغاز في الانبوبة.	٦- الانبوبة الشعرية في جهاز شارل منتظمة المقطع وكذلك في بويل.
لأن معامل التمدد الحجمي للغازات عند ثبوت الضغط مقدار ثابت $= K^{-1} \frac{1}{273}$ لذلك جميعا تتمدد بنفس المقدار.	٧- الحجم المتساوي من الغازات المختلفة تتمدد بمقادير متساوية عند رفع حرارتها نفس الدرجات مع ثبات الضغط.



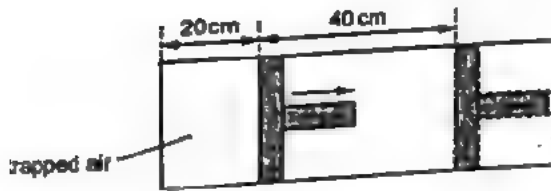


٢- غاز مثالي في إسطوانة كما بالشكل وكان الطول  $20\text{cm}$  والضغط  $P$  سحب المكبس حتى أصبح المسافة  $50\text{cm}$  فإن الضغط يكون .....

- (أ)  $0.40P$  (ب)  $0.60P$  (ج)  $1.5P$  (د)  $2.5P$



الضغط	الحجم	
يقل	يقل	(أ)
يقل	يزيد	(ب)
يزيد	يقل	(ج)
يزيد	يزيد	(د)



٤- غاز في إسطوانة الضغط  $P$  عندما كانت المسافة  $20\text{cm}$  تحرك المكبس مسافة  $40\text{cm}$  كما بالشكل يصبح الضغط .....

- (أ)  $\frac{P}{2}$  (ب)  $\frac{P}{3}$  (ج)  $2P$  (د)  $3P$

٥- غاز مثالي كتلة ثابتة قياس الضغط والحجم عند درجة  $20^\circ\text{C}$  وسجلت في الجدول فإن القراءة غير الصحيحة هي .....

	Pressure/ kPa	Volume/ $\text{cm}^3$
A	120	36
B	100	48
C	80	60
D	60	80

٦- ضغط الغاز في إناء ناتج عن .....

- (ب) تصادم جزيئات الغاز معًا  
(د) تسخين جزيئات لمعضه.

- (أ) تفاعل جزيئات الغاز معًا  
(ج) تصادم جزيئات الغاز مع جدران الإناء الحادي.



٧- غاز أرجون حجمه  $0.43 \text{ mL}$  عند درجة  $299 \text{ K}$  فإن درجة الحرارة سيلزيوس يصبح عندها حجم الغاز  $1 \text{ mL}$  هي .....

(أ)  $695^\circ\text{C}$  (ب)  $422^\circ\text{C}$  (ج)  $428^\circ\text{C}$  (د)  $694^\circ\text{C}$

٨- عند ثبوت الضغط وفي درجة  $25^\circ\text{C}$  حجم الغاز  $4.5$  لتر فإن درجة الحرارة التي يصبح حجم الغاز  $9$  لتر هي .....

(أ)  $596 \text{ K}$  (ب)  $50 \text{ K}$  (ج)  $50^\circ\text{C}$  (د)  $596^\circ\text{C}$

٩- عند نقص حجم كتلة معينة من غاز مع ثبوت درجة الحرارة فإنه :

(أ) يزداد الضغط (ب) تنقص سرعة تحريكه

(ج) تزيد المسافة الفاصلة بين الجزيئات

(مصر ٩٩)

١٠- سائل زواطة الضغط عند ثبوت الحجم (أ)  $\frac{1}{273}$  (ب)  $273$  (ج)  $-273$

١١- كمية من الغاز عند  $27^\circ\text{C}$  فإن درجة الحرارة التي يتضاعف عندها الحجم عند ثبوت الضغط ..... سيلزيوس (مصر ٩٩)

(أ)  $327$  (ب)  $54$  (ج)  $126$  (د)  $150$

١٢- عند الصفر كلفن .....

(أ) ينعدم ضغط الغاز عند ثبوت حجمه

(ج) درجة الحرارة  $-273^\circ\text{C}$

١٣- في الشكل علاقتان لتحقيق قانون بويل يكون:

(أ)  $T_1 = T_2$  (ب)  $T_1 > T_2$

(ج)  $T_1 < T_2$



(ب) ينعدم حجمه عند ثبوت ضغطه

(د) جميع ما سبق

١٤- فتاحة في الماء عند قاع بحيرة ارتفعت إلى السطح فزاد نصف القطر لتتقاع إلى الضغط فإذا كان الضغط الجوي يعادل وزن عمود ماء ارتفاعه  $H$  يكون عمق البحيرة:

(أ)  $H$  (ب)  $2H$  (ج)  $7H$  (د)  $8H$

١٥- العلاقة  $T \propto p$  تنبع عن الآتي:

(أ) قانون بويل

(ج) قانون العام

(ب) قانون شارل

١٦- لتر غاز أكسجين في درجة الصفر سيلزيوس وضعت حرارته بمقدار  $273$  مع ثبات الضغط يصبح حجمه:

(أ)  $1$  لتر (ب)  $2$  لتر (ج)  $273$  لتر (د)  $\frac{1}{2}$  لتر

١٧- إذا زادت درجة حرارة الغاز بدرجات كلفن إلى الضغط وزاد الحجم إلى الضغط فإن:

(أ) الضغط يقل إلى النصف (ب) الضغط يزداد نصف (ج) الضغط يظل ثابتاً

١٨- عند زيادة حجم كمية معينة من غاز ما مع بقاء درجة الحرارة ثابتة فإن:

(أ) الضغط يزداد (ب) الضغط يقل (ج) تقل المسافة بين الجزيئات

(د) تزيد سرعة تحريكه

١٩- كمية من غاز في درجة  $27^\circ\text{C}$  . فإن درجة الحرارة التي يتضاعف عندها الضغط مع ثبوت الحجم هي ..... درجة سيلزيوس

(أ)  $327$  (ب)  $54$  (ج)  $126$  (د)  $150$

٢٠- (الأهر ٢٠١١) درجة الحرارة على مقياس كلفن تكون دائماً قيمة .....

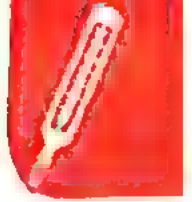
(أ) موهمة (ب) سالبة (ج) تتدرج بين الصفر والسالب

٢١- كمية من غاز في الإناء  $A$  ضغطها  $2P$  وغاز آخر في إناء مماثل  $B$  ضغطها  $P$  عند فتح الصلوان يصبح الضغط الكلي في كل منهما .....

(أ)  $3P$  (ب)  $2P$  (ج)  $P$  (د)  $4P$







٢٢- كمية من الغاز حجمها (V) تضاعفت درجة حرارتها على تدرج كلفن وأصبحت ضغط نصف ما كان عليه فإن الحجم يصبح .....

- (١)  $\frac{V}{4}$  (ب)  $4V$  (ج)  $\frac{V}{2}$  (د)  $2V$

٢٣- كمية من غاز في أسطوانة مغلقة كتلتها 3 كجم والضغط فيها 5Pa فتح صنبور الغاز وتسرب الغاز حتى توقفت عملية التسرب، فإن كتلة الغاز المتبقى في الأسطوانة .....

- (١) صفر (ب)  $\frac{3}{5}$  كجم (ج)  $\frac{5}{3}$  كجم (د)  $\frac{1}{5}$  كجم

٢٤- غاز مثالي في وعاء تام العزل ينتقل خلال صمام إلى وعاء آخر مماثل ولكنه مفرغ أي المبارات الآتية غير صحيحة .....

- (١) لا يعمل أي شغل خارجي (ب) يبرد الغاز (ج) يقل الضغط إلى النصف (د) يزيد الضغط إلى النصف

٢٥- لتر من غاز أكسجين في درجة  $0^\circ\text{C}$  رفعت درجة حرارته بمقدار 273 درجة مع بقاء الضغط ثابت، فإن حجمه يصبح .....

- (١) لتر (ب) 2 لتر (ج) 273 لتر (د)  $\frac{1}{2}$  لتر

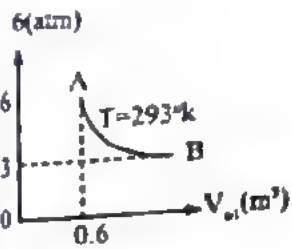
٢٦- وعاء به غاز ضغطه  $2\text{Pa}$  ينتقل خلال صمام إلى وعاء آخر سعته 3 أمثال الأول- لكنه مفرغ تماماً يصبح الضغط فيه .....

- (١) Pa (ب)  $\frac{1}{3}$  Pa (ج)  $\frac{2}{3}$  (د)  $\frac{1}{5}$

٢٧- كمية معينة من غاز في درجة  $27^\circ\text{C}$  فإذا قل الضغط للنصف تحت حجم ثابت تصبح درجة الحرارة .....

- (١) 123k (ب)  $123^\circ\text{C}$  (ج)  $123^\circ\text{C}$  (د)  $13.5^\circ\text{C}$

٢٨- من الشكل المقابل: عند ثبوت درجة الحرارة فإن حجم الغاز عند النقطة (B) يساوي .....



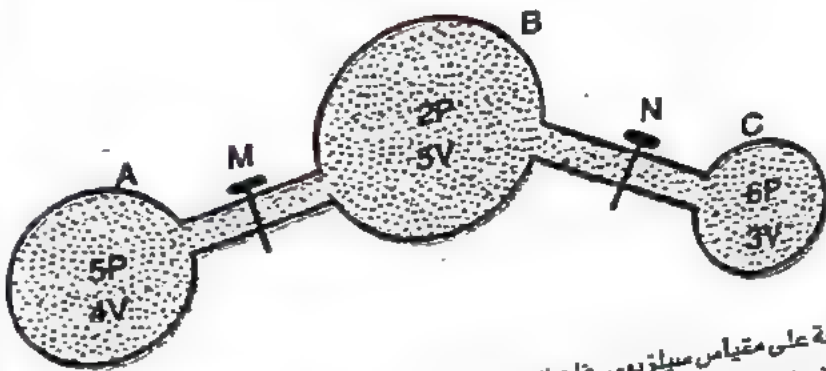
- (١)  $1\text{m}^3$  (ب)  $1.2\text{m}^3$  (ج)  $1.2\text{m}^3$  (د)  $4\text{m}^3$

٢٩- وضعت 16g من غاز أكسجين كتلة المول منه 32g في إناء سعته 3 لتر يصبح ضغطها بدلالة R المسابت العام للغازات عند درجة  $27^\circ\text{C}$  هي .....

- (١) 150R (ب) 50R (ج) 50000R (د) 300R

٣٠- في الشكل عند فتح الصنوبران M, N يصبح الضغط في كل منهما يساوي .....

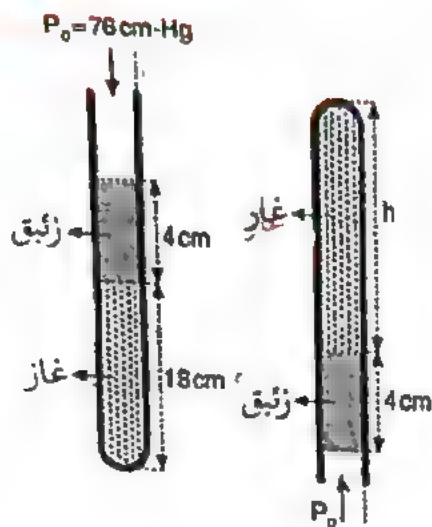
- (١)  $\frac{5}{2}$  (ب) 3 (ج)  $\frac{7}{2}$  (د) 4



٣١- درجة حرارة جسم  $100^\circ\text{C}$  تزيد بمقدار  $\Delta t$  درجة على مقياس سيلزيوس فإن التعبير في درجة الحرارة على مقياس كلفن هو .....

- (١)  $\Delta t + 273$  (ب)  $\Delta t + 373$  (ج)  $\Delta T + 100$  (د)  $\Delta t$

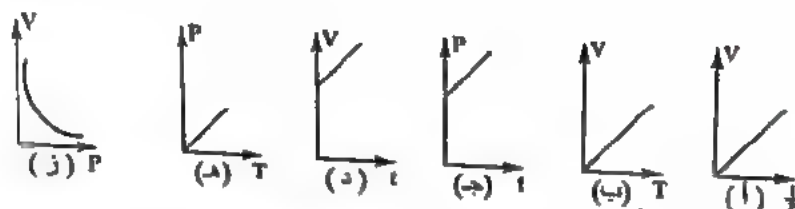




٢٢- أنبوبة شعيرية فتحتها لأعلى وبها 4cm زئبق فإذا قلبت وفتحتها لأسفل فإن  $h = \dots\dots\dots$

- (أ) 5 .....  
(ب) 6 .....  
(ج) 12 .....  
(د) 20 .....

الأنشكال الموضحة:

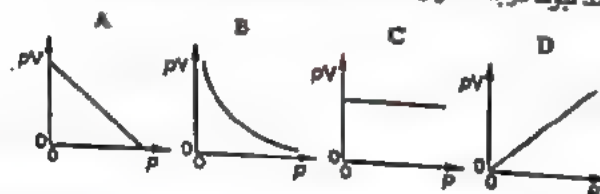


٢٤- قانون شارل يحققه العلاقة .....

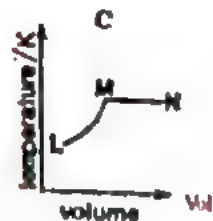
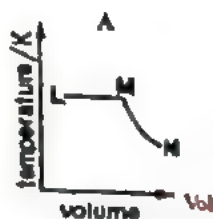
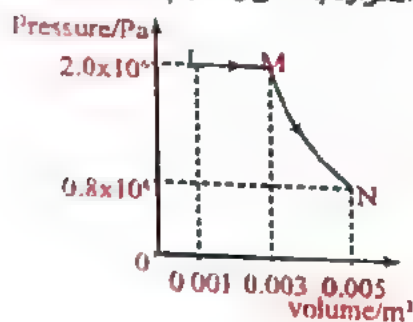
٢٣- قانون بويل يحققه العلاقة .....

٢٥- قانون الضغط يحققه العلاقة .....

٢٦- في تجربة لكتلة ثابتة من غاز مثالي عند ثبوت درجة الحرارة العلاقة بين  $P$  و  $PV$  الصحيحة هي .....



٢٧- كتلة من غاز مثالي لتغير  $P, V$  حسب الرسم البياني فإن الرسم البياني بين درجة الحرارة بالكلفن والحجم هو .....



إرشادات

الحجم زاد 3 أمثاله مع ثبات الضغط فتزيد درجة الحرارة  $T_M = 3T_L$  إلى  $M$  الغاز من  $L$  إلى  $N$  حسب القانون العام تكون  $T_M = 1.5T_L$  أي تقل درجة الحرارة. الحالة من  $M$  إلى  $N$





٢٨- (دليل) غاز حجمه  $1000\text{cm}^3$  عند درجة  $27^\circ\text{C}$  يصبح حجمه  $120\text{cm}^3$  تحت ضغط ثابت عند درجة .....

(١) 300 كلفن (ب) 360 كلفن (ج) 78 سيلزيوس (د) ب ، ج صحيح

٢٩- إذا علمت أن الزئبق يتجمد في درجة  $224$  كلفن تحت الضغط الجوي فيكون الدرجة على مقياس سيلزيوس هي .....

(١) -39 (ب) 39 (ج) 507 (د) -177

٤٠- كمية من غاز عند  $27^\circ\text{C}$  فإن درجة الحرارة التي يتضاعف عندها الحجم عند ثبوت الضغط هي .....

(١)  $54^\circ\text{C}$  (ب)  $327^\circ\text{C}$  (ج)  $126^\circ\text{C}$  (د)  $150^\circ\text{C}$

٤١- إذا ضغطت كمية من غاز لتتغير نصف الحجم ورفعت درجة الحرارة المطلقة إلى 3 أمثالها فإن الضغط يصبح ..... الضغط الأصلي.

(١) ثلاث أمثال (ب) أربعة أمثال (ج) خمسة أمثال (د) ستة أمثال

٤٢- الصفر كلفن هو درجة الحرارة التي عندها .....

(١) ينعدم حجم الغاز نظرياً عند ثبوت ضغطه (ب) ينعدم ضغط الغاز نظرياً عند ثبوت حجمه

(ج) درجة الحرارة  $-273^\circ\text{C}$  (د) جميع ما سبق

احرص على حصولك

سلسلة كتب

الوسام

دليلك الى التفوق



## ثانيا: أسئلة مقالية:

### ١- ماذا يقصد بكل مما يأتي:

- معامل زيادة الحجم عند ثبوت الضغط.
- قانون بويل.
- معامل زيادة الضغط عند ثبوت الحجم.
- الثابت العام للغازات.
- معامل التمدد الحجمي للهواء عند ثبوت ضغطه =  $0.00366$  لكل درجة سيلزية.

### ٢- اذكر قانون الضغط وكيف تحققه عمليا مع الرسم وذكر احتياطات التجربة.

### ٣- اذكر قانون بويل وكيف تحققه عمليا مع الرسم وذكر احتياطات التجربة.

### ٤- اشرح مع الرسم تجربة لتوضيح:

- (أ) الحجم المتساوية من الغازات المختلفة تتمدد بنفس المقدار عند رفع درجة حرارتها بنفس الدرجات.
- (ب) زيادة ضغط الغاز بارتفاع درجة حرارته.
- (ج) معامل زيادة الضغط عند ثبوت الحجم =  $\frac{1}{273}$
- (د) الضغوط المتساوية من الغازات المختلفة تزداد بنفس المقدار عند رفع درجة حرارتها نفس لدرجات مع ثبات الحجم.
- (هـ) لتعيين معامل التمدد الحجمي للهواء عند ضغط ثابت.

### ٥- استنبط القانون العام للغازات في صورتيه.

٧ لتر من غاز مثالي في درجة 300 كلفن.

اكتب الفقرة من (أ) أو ما يقابلها من ب، ج وأعد كتابتها جملة واحدة.

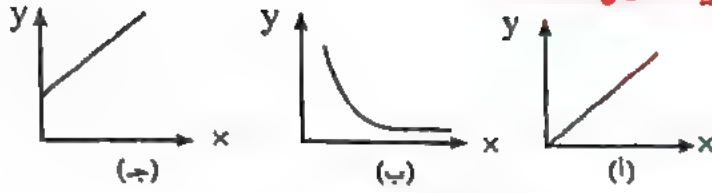
(ج)	(ب)	(أ)
قانون شارل	يعدم	١- عند ثبوت درجة الحرارة وزيادة الضغط للضعف فإن الحجم.
قانون بويل	يقل بمقدار الثلث	٢- عند ثبوت الضغط ورفع الحرارة بـ $100$ درجة فإن الحجم.
القانون العام	يزيد بمقدار الثلث	٣- عند ثبوت الحجم وتبريده إلى $-73^{\circ}\text{C}$ فإن الضغط.
قانون الضغط	يقل إلى النصف	٤- عند ثبوت الضغط ورفع الحرارة إلى $27^{\circ}\text{C}$ فإن $\alpha$
نظرية الحركة	يظل ثابت	٥- عند رفع الحرارة إلى الضعف والضغط إلى الضعف فإن الحجم.

٨- معك أنبوبة شمعية منتظمة المقطع وبها خيط، وثقوب يحبس كمية من غاز جافا كيف تستخدمها في:

- (أ) تحقيق قانون شارل.
- (ب) تحقيق قانون بويل.
- (ج) تعيين درجة حرارة مسائل ساخن. بدون ترمومتر.



## ٩- فى الأشكال البيانية الموضحة:



- (أ) أى من الأشكال يحقق قانون بويل مع كتابة الرمز على المحاور.  
 (ب) أى من الأشكال يحقق قانون شارل مع كتابة الرمز على المحاور.  
 (ج) أى من الأشكال يحقق قانون الضغط مع كتابة الرمز على المحاور.

١٠- هل يشد الغاز عن قانون بويل ومتى يشد ولماذا يشد؟

١١- ١- وضع برسم عليه البيانات فقط جهاز يمكن استخدامه لتعيين معامل التمدد الحجمى للهواء تحت ضغط ثابت.

٢- اذكر الخطوات الرئيسية المستخدمة لذلك التعيين.

٣- اذكر الاحتياطات الواجب مراعاتها.

٤- اكتب القانون المستخدم فى التجربة.

٥- ما قيمة معامل التمدد الحجمى للغاز تحت ضغط ثابت.

## ١٢- وضح

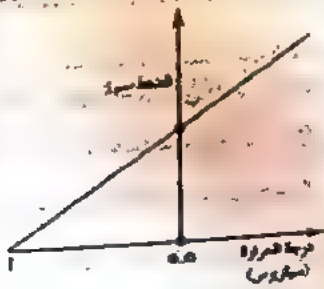
بتجربة عملية أن الحجم المتساوية من الغازات المختلفة تتمدد بمقادير متساوية إذا رفعت درجة حرارتها بنفس القدر عند بويل ضغطها.

١٣- قيم يستخدم جهاز جولى.

(الأزهر ٨٩ ومصر ٩٨)

## ١٤- من تجربة

عملية لدراسة تغير ضغط كمية محبوسة من غاز بتغير درجة حرارته عند ثبوت الحجم باستخدام جهاز جولى أمكن الوصول إلى العلاقة البيانية الموضحة بالرسم:



(مصر ٩٥)

١- ماذا تدل عليه النقطة (أ). وما قيمتها.

٢- ماذا تدل عليه النقطة (ب).

٣- لماذا يوضع داخل المستودع فى هذه التجربة كمية من الزئبق. وما حجمها؟

## ١٥- استنبط القانون العام

للغازات رياضياً، وأوجد قيمة الثابت العام للغازات R (فى م.ض.د) الضغط = 0.76 متر زئبق ودرجة الحرارة 0°C، الحجم الذى يشغله 1 مول من الغاز 22.4 لتر). كثافة الزئبق 13600 كجم/م<sup>٣</sup>، عجلة الجاذبية الأرضية 9.8 م/ث<sup>٢</sup>.

(مصر ٩٦)



## ثالثاً: المسائل

### جمل الخامس: قوانين الغازات

تحتل شاملة على قوانين الغازات وعلى الطالب اختبار القانون المناسب.

١- كمية من غاز حجمها 600 سم<sup>3</sup> تحت ضغط 70 سم زئبق احسب حجمها عند ضغط 90 سم زئبق في نفس درجة الحرارة.

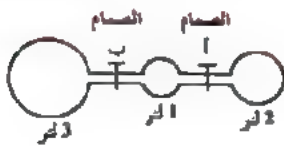
$$[466.7 \text{ سم}^3]$$

٢- تحتل كمية من غاز الامونيا حجماً قدره 2.1 م<sup>3</sup> تحت ضغط 10<sup>3</sup> نيوتن / م<sup>2</sup> احسب حجم هذه الكمية تحت ضغط 0.84 x 10<sup>3</sup> نيوتن / م<sup>2</sup>

$$[2.5 \text{ m}^3]$$

مع ثبوت درجة الحرارة.

٣- (تمرير ١٨): يحتوى الانتفاخ الأوسط



على غاز مثالي ضغطه 2 جو بينما الانتفاخان الآخران مفرغان تماماً، ماذا يحدث للضغط داخل

الانتفاخ الأوسط عند:

١- فتح الصمام (أ) فقط.

٢- فتح الصمامين معاً.

$$[\frac{2}{3} \text{ pa}, \frac{1}{3} \text{ pa}]$$

٤- 800 سم<sup>3</sup> من غاز نيتروجين في درجة 7 سيلزيوس فإذا رفعت درجة حرارتها 10 درجات فكم يكون حجمها عند ثبوت الضغط.

$$[828.5 \text{ سم}^3]$$

٥- (تمرير ١٨٨): كمية من غاز في درجة 17 سيلزيوس وفنت درجة حرارتها بمقدار 100 درجة سيلزيوس مع بقاء ضغطها ثابت فزاد حجمها بمقدار

2.5 سم<sup>3</sup> أوجد الحجم قبل التسخين.

$$[7.25]$$

٦- ضُغْتُ الهواء الموجود في غرفة عند 27 درجة سيلزيوس وتحت الضغط الجوي إلى  $\frac{1}{20}$  من حجمه الأصلي وضمنك قدره 30 ضغط جوي. فكم

تصبح درجة حرارته.

$$[177^\circ \text{C}]$$

٧- اقرأ بارومتر أعلى سطح جبل 32 سم زئبق في درجة  $20^\circ \text{C}$  أوجد النسبة المئوية لكثافة الهواء هناك بالنسبة لكثافته عند سطح البحر تحت

شروط S.T.P [45.4 %]

٨- قيس ضغط الهواء في إطار سيارة في يوم درجة حرارته 7 سيلزيوس فكان فرق الضغط فيها 2.4 ضغط جوي احسب الضغط داخلها إذا أصبحت درجة

حرارة الجو 27 درجة سيلزيوس.

$$[3.69 \times 10^5 \text{ N/m}^2]$$

٩- فتاحة هوائية في قاع بحيرة عمقها 20 متر ودرجة حرارة الماء عندها 7<sup>°</sup> سيلزيوس ارتفعت إلى سطح الماء فأصبح حجمها 10 سم<sup>3</sup> فكم كان

$$[3.29 \text{ Cm}^3]$$

حجمها عند القاع علماً بأن درجة حرارة سطح الماء 17<sup>°</sup> سيلزيوس.

١٠- إذا كانت كثافة غاز النيتروجين في م. ص. د. هي 1.25 كجم / م<sup>3</sup> فمكون كثافته عند درجة حرارة 42<sup>°</sup> سيلزيوس وتحت ضغط  $0.97 \times 10^6$

نيوتن / م<sup>2</sup>.

$$[1.037 \text{ kg/m}^3]$$

١١- مكبس عديم الاحتكاك يحبس 900 سم<sup>3</sup> من غاز تحت ضغط 76 سم زئبق وحرارته 7<sup>°</sup> سيلزيوس نقل إلى مكان آخر الضغط به 72 سم زئبق

$$[502.78 \text{ Cm}^3]$$

ودرجة حرارته 17<sup>°</sup> سيلزيوس فما حجم الغاز عند ذلك.





١٢- 8 جم من غاز أكسجين تشغل إناء سعة 3 لتر احسب ضغطها علماً بأن درجة حرارة الإناء  $22^{\circ}\text{C}$  سيلزيوس. مول الأكسجين 32 جم.

$$[2.043 \times 10^5 \text{ N/m}^2]$$

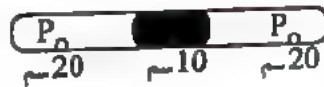
١٣- حفظت كمية من غاز في غرفة بلاستيكية ذات حجم ثابت وعندما غمرت الغرفة في حمام من الثلج المنصهر كان الضغط  $10^3$  نيوتن / م<sup>2</sup> احسب:  
(أ) درجة الحرارة عندما تكون قراءة المانومتر  $10^4$  نيوتن / م<sup>2</sup>.

(ب) الضغط عندما تكون قراءة الترمومتر  $100^{\circ}\text{C}$  سيلزيوس.

١٤- (السودان ٢٠٠٨) وصل مانومتر بمستودع للغاز عند سفح جبل حيث درجة الحرارة  $27^{\circ}\text{C}$  والضغط 75 سم (زئبق فكان سطح الزئبق في طرف المانومتر في مستوى واحد وعندما صعد به شخص إلى قمة الجبل حيث درجة الحرارة  $3^{\circ}\text{C}$  لم يحدث تغير لسطح الزئبق في طرفي المانومتر.

احسب الارتفاع العمودي للجبل علماً بأن متوسط كثافة الهواء 1.2 كجم/م<sup>3</sup> وكثافة الزئبق 13600 كجم/م<sup>3</sup>.  
[850 m]

١٥ - أنبوبة طولها 50 سم مغلقة من نهايتها تحتوي هواء جاف في نهايتها يفصله زئبق طوله 10 سم وهي أفقية كما (بالشكل) فإذا كان ضغط الهواء متساوي على جانبي الزئبق  $P_0$  ولكن عندما تكون رأسية يصبح طول عمود الهواء السفلي 15 سم احسب الضغط في الأنبوبة وهي في الوضع الأفقي.  
[PO = 18.75 cm.Hg]



١٦- بارومتر زئبقي طوله فوق سطح الزئبق في الحوض 90 سم ومساحة مقطعه 1 سم<sup>2</sup> فإذا كان طول عمود الزئبق فيه 76 سم ادخلت فقاعة هواء في البارومتر فأصبح طول عمود الزئبق 70 سم احسب حجم الفقاعة في S.T.P. علماً بأن درجة حرارة البارومتر هي  $17^{\circ}\text{C}$  سيلزيوس.  
[1.48 Cm<sup>3</sup>]

١٧- أنبوبة شعيرية طولها 20 سم مفتوحة من أحد طرفيها بها خيط زئبق طوله 4 سم في منتصفها تماماً في درجة  $27^{\circ}\text{C}$  سيلزيوس استخدمت كترموتر. احسب أقصى درجة حرارة يمكن أن تقيسها.  
[327 C°]

١٨- (الأزهر ٩١): وضع بالون من المطاط به هواء محبوس حجمه 500 سم<sup>3</sup> وتحت ضغط 2 جوفى إناء مكعب الشكل طول ضلعه 10 سم، ثم أحكم غلق الإناء. احسب الضغط النهائي داخل الإناء عند انفجار البالون بإهمال حجم المطاط وبفرض ثبوت درجة الحرارة.

١٩- اسطوانة حجمها 250 سم<sup>3</sup> مفتوحة من الطرف السفلي فقط نكمت عليه رأسياً في ماء عميق ثم غمرت رأسها حتى عمق 10 متر احسب ارتفاع الماء الذي يدخلها عند ذلك: علماً بأن مساحة قاعدتها 20 سم<sup>2</sup>.

٢٠- أنبوبة على شكل حرف U كما (بالشكل) بها زئبق وبها غاز محبوس عندما كان الضغط الجوي 750 تور وكان حجم الغاز 50 سم<sup>3</sup> في درجة  $30^{\circ}\text{C}$  سيلزيوس احسب حجم الغاز في S.T.P [50.38 سم<sup>3</sup>]



٢١- (الأزهر ١٩٨٩ دور ثان): كمية من غاز مثالي كتلتها 0.8 جم تشغل حجماً قدره 0.285 لتر عند درجة  $12^{\circ}\text{C}$  سيلزيوس وتحت ضغط  $10^3$  نيوتن / م<sup>2</sup>. احسب الكتلة الجزيئية لهذا الغاز علماً بأن الثابت العام للغازات 8.31 جول / مول كلفن.  
[66.48]

٢٢- (الأزهر ٩١): غمر مستودع جهاز جول في سائل في صفر سيلزيوس فكان سطح الزئبق في الفرع المتصل بالمستودع أعلى منه في الفرع الخالص بمقدار 0 أسم، ولما سخن السائل إلى  $63^{\circ}\text{C}$  صار الزئبق في الفرع الخالص أعلى منه في الفرع المتصل بالمستودع بمقدار 1 سم ولما وصل السائل إلى درجة الغليان زاد هذا الارتفاع إلى 13.8 سم احسب درجة غليان هذا السائل علماً بأن حجم الهواء ثابت في المستودع أثناء التجربة.  
[100°C]



٢٢- إناء مفتوح به هواء في درجة  $27^{\circ}\text{C}$  رفقت درجة حرارته إلى  $77^{\circ}\text{C}$  احسب نسبة ما خرج منه من الهواء إلى ما كان موجود به.

$$\left[\frac{1}{6}\right]$$

٢٤- (مصر ٨٨): فقاعة من الهواء حجمها 7.7 سم<sup>٣</sup> عند درجة  $4^{\circ}\text{C}$  وعلى عمق 20 متر من سطح الماء في بحيرة كثافة مائها 1030 كجم/م<sup>٣</sup> وعندما تصل إلى سطح الماء حيث درجة الحرارة  $32^{\circ}\text{C}$  والضغط  $1.013 \times 10^5$  نيوتن / م<sup>٢</sup> وعجلة السقوط الحر 10 م/ث<sup>٢</sup> فكم يصبح حجمها في هذه الحالة.

$$[25.72 \text{ سم}^3]$$

٢٥- احسب درجة الحرارة النهائية اللازمة لتغير 10 لتر من هليوم عند 100 كلفن وضغط  $10^4 \text{ N/m}^2$  إلى 20 لتر عند ضغط  $2 \times 10^4 \text{ N/m}^2$  [400 كلفن]

٢٦- يشغل واحد مول من غاز 22.4 لتر عند [S.T.P]. احسب:

(أ) الضغط اللازم لكبس مول من الأكسجين في إناء حجمه 5 لتر ودرجة حرارته  $100^{\circ}\text{C}$ .

(ب) ما هي أعلى درجة حرارة يسمح بها لحفظ هذه الكمية في 5 لتر بشرط ألا يتجاوز الضغط  $3 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ .

(ج) ما هي السعة المطلوبة لحفظ نفس الكمية إذا ثبت عند  $100^{\circ}\text{C}$  وضغط  $3 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ .

٢٧- (مصر ٩٢): في تجربة عملية لتعيين حجم كتلة معينة من غاز جاف عند درجات حرارة مختلفة مع بقاء الضغط ثابتاً - تم الحصول على النتائج المبينة في الجدول الموضح.

الحجم (V) سم <sup>٣</sup>	7	7.6	8.2	8.6	8.8
درجة الحرارة (t) سيلزيوس	15	40	X	80	90

مثل هذه النتائج بيانها بحيث تكون درجة الحرارة على المحور الأفقي والحجم على المحور الرأسى. من الرسم البياني: أوجد كلا مما يأتي:

(١) حجم الغاز عند صفر سيلزيوس.

(الجواب: 6.6 سم<sup>٣</sup>)

(٢) درجة الحرارة (X) المقابلة للحجم 8.2 سم<sup>٣</sup>.

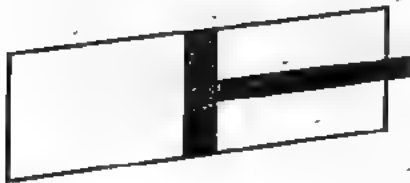
(الجواب: 64 سيلزيوس)

(٣) معامل التمدد الحجمى للغاز عند ثبوت الضغط.

(الجواب:  $\frac{1}{273}$ )

(٤) درجة الحرارة التي يتعذر عندها حجم الغاز نظرياً. (الجواب:  $-273^{\circ}$  سيلزيوس)

٢٨- (الأزهر ٢٠٠٢): الشكل المقابل يمثل أسطوانة مغلقة الطرفين تحتوى على مكبس عديم الاحتكاك عند منتصفها وكان الضغط على جانبيه المكبس 75 سم/زئبق.



[100 سم/ز]

٢٩- (الأزهر ٩٦): كميتان من غازين مختلفين الأولى حجمها 12 لتر وتحت ضغط 10 سم زئبق والثانية حجمها 16 لتر وتحت ضغط 15 سم زئبق مزجتا معاً في إناء مغلق سعة 6 لتر احسب ضغط الخليط بفرض ثبوت درجة الحرارة للغازين.

(300 سم<sup>٣</sup>، 600 سم<sup>٣</sup>، 300 سم<sup>٣</sup> على الترتيب ويتصلان بأنبوبية شعيرية قصيرة الطول، وأحكام الاتصال باحتواء هواء جاف تحت ضغط بمادل 76 سم، زئبق عند  $27^{\circ}$  سيلزيوس. احسب ضغط الهواء المحبوس عندما تزداد درجة حرارة الانتفاخ الأكبر بمقدار  $100^{\circ}$  سيلزيوس بينما تظل درجة حرارة الانتفاخ الأصغر عند  $27^{\circ}$  سيلزيوس.

[60 سم]

$$[91.2 \text{ سم}^3]$$



## اختبارات بنظام البوكليت على الوحدة الثانية

### اختبار رقم (١) البوكليت الأول

#### ١- اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

(١) الصفر كلفن هو كل مما يأتي عدا:

-273°C -١

ب- ينعدم عنده حجم الغاز نظريا عند ثبوت ضغطه

د- جميع المادة تصبح عنده في الحالة السائلة

ج- ينعدم عنده ضغط الغاز نظريا عند ثبوت حجمه

(٢) وحدة قياس R الثابت العام للغازات هي:

أ- جول/مول كلفن

ب- نيوتن/مول كلفن

ج- جول/مول كلفن

د- جول/كلفن

(٣) غاز مثالي حجمه ثابت في درجة 91°C وضغطه 40cmHg رفعت حرارته إلى 0°C فإن ضغطه يصبح.....cmHg

(د) 76

(ج) 60

(ب) 50

(أ) 40

(٤) دورق به هواء رفعت حرارته من 15°C إلى 87°C فإن نسبة حجم ما خرج منه إلى ما كان موجود به من هواء هو.....

(د)  $\frac{1}{3}$

(ج)  $\frac{1}{4}$

(ب)  $\frac{3}{4}$

(أ)  $\frac{4}{1}$

(٥) خلطت 200cm<sup>3</sup> من غاز الأكسجين ضغطها 80cmHg مع 300cm<sup>3</sup> من غاز نيتروجين ضغطها 70cmHg في إناء مغلق حجمه 400cm<sup>3</sup> فإن الضغط الكلي يصبح مع ثبوت درجة الحرارة.....

(أ) 92.5cmHg

(ب) 82cmHg

(ج) 150cmHg

(د) 120cmHg

(٦) إذا كانت قراءة بارومتر مائي H فإن العمق الذي تنوص إليه زجاجة منكسة مفتوحة من الطرف السفلي وتكس عليه في الماء حتى يصبح حجم الهواء داخلها  $\frac{1}{4}$  حجمه الأصلي هو.....

(أ) H

(ب) 2H

(ج) 3H

(د) 4H

(٧) أنبوبة شمعية طولها 30cm بها قطرة زئبق طولها 6cm في المنتصف تماما وكانت درجة حرارتها 27°C فإن أكبر درجة حرارة تستخدم لقياسها إذا اعتبر مقياس لدرجة الحرارة (كترمومتر) هي.....

(أ) 300°C

(ب) 54°C

(ج) 327°C

(د) 81°C

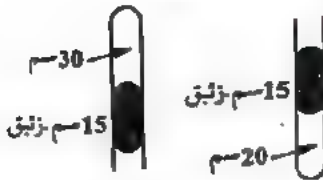
(٨) أنبوبة شمعية كما بالشكل بها قطرة زئبق طولها 15cm تحبس كمية من غاز جاف كما في الوضمين فإن الضغط الجوي وقت التجربة هو.....cmHg

(ب) 75

(أ) 76

(د) 78

(ج) 74



(٩) دورق به غاز في درجة 7°C رفعت درجة حرارته فخرج 25% من حجم الغاز الموجود به فإن درجة الحرارة التي رفع إليها هي.....

(أ) 300K

(ب) 28°C

(ج) 70°C

(د) 77°C

(١٠) إطار سيارة به هواء فرق الضغط فيه 1.18Pa (ضغط جو) في يوم درجة حرارته 3°C فإن ضغط الهواء في الإطار إذا أصبحت درجة الحرارة 47°C بفرض ثبوت الحجم هي.....

(أ) 2.5Pa

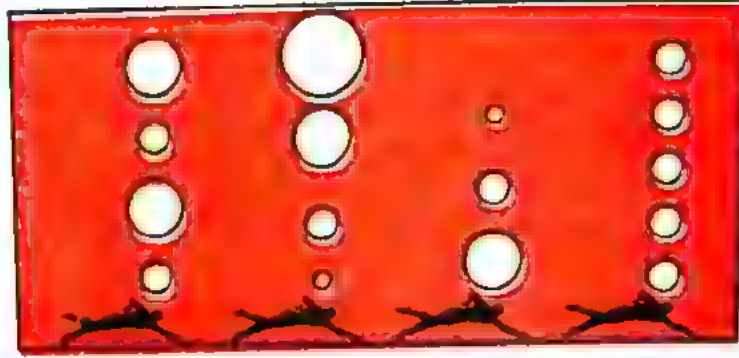
(ب) 5Pa

(ج) Pa

(د) 2Pa



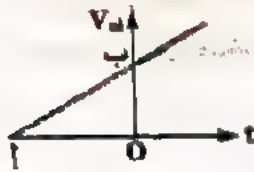
(١١) في الشكل شخص ينفوخ في الماء وتخرج فقاعات هوائية منه فإن الشكل الصحيح هو الشكل .....



(د) (ج) (ب) (أ)

(١٢) كيف يمكن استخدام جهاز جولاي لتحديد درجة حرارة سائل دون الاستعانة بترمومتر آخرى؟

(١٣) هل يمكن أن يشتد الغاز عن قانون بويل، ولماذا، وكيف يمكنك معرفة مدى الضغط الذي يضغط فيه الغاز لهويل؟



(١٤) من العلاقة البيانية الموضحة بالشكل:

(أ) ماذا تدل عليه النقطة (أ) وما قيمتها؟

(ب) ماذا تدل عليه النقطة (ب) وكيفية الوصول إليها؟

(ج) ماذا يعني ميل الخط المستقيم وماذا يستنتج منه؟

(د) كيف تستنتج العلاقة الرياضية للقانون الذي تحققه؟

(١٥) اسطوانة مغلقة بها مكبس مساحته 20 سم<sup>2</sup> عند المنتصف، فإذا كان ضغط الغاز على جانبيه 75 سم زئبق، فإذا تحرك المكبس إلى منتصف أحد

التسمين، احسب متوسط القوة المؤثرة عليه عند ذلك. اعتبر  $g = 10 \text{ m/s}^2$  وكثافة الزئبق 13600 كجم/م<sup>3</sup> [272N]

(١٦) أنبوبة ذات شعبتين منتظمة المقطع مملوءة بالزئبق في الفرعين عند أ، ب أغلق الطرف العلوي للفرع الأيمن بإحكام ليبقى



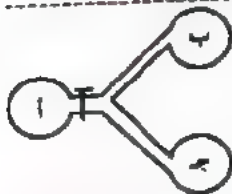
ارتفاع زئبق هذا الفرع عند العلاقة 20 سم، فإذا كان الضغط الجوي يعادل 74 سم ز، وبفرض ثبوت درجة الحرارة، احسب:

١- ضغط الهواء المحبوس بالفرع المغلق.

٢- ضغط الهواء المحبوس عند ارتفاع زئبق الفرع المغلق إلى 10 سم.

٣- ارتفاع عمود الزئبق اللازم صبه في الفرع المفتوح ليجعل سطح زئبق الفرع المغلق عند 10 سم.

[94 - 148 - 74]



(١٧) ثلاث أواني أ، ب، ج متساوية الحجم وفي نفس درجة الحرارة ماذا يكون الضغط في (ب) عند فتح

الصنبور إذا كان:

(أ) الانتفاخ (أ) به غاز تحت الضغط الجوي بينما ب، ج خالي تماماً من الغازات.

(ب) الانتفاخ (أ) به غاز تحت الضغط الجوي بينما ب، ج به غاز تحت ضغط نصف الضغط الجوي.

[ $\frac{1}{3} \text{ Pa}$ ,  $\frac{2}{3} \text{ Pa}$ ]

(١٨) في الشكل المقابل:



اسطوانة بها غاز ضغطه 74 سم زئبق، وبها مكبس مساحته 25 سم<sup>2</sup>، فإذا تحرك المكبس إلى

أن أصبح حجم الغاز المحبوس  $\frac{1}{3}$  ما كان عليه، احسب قوة الغاز على المكبس، علماً بأن كثافة

الزئبق 13600 كجم/م<sup>3</sup>.

[739.7N]



## الاختبار الثاني عن الحرارة

### اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

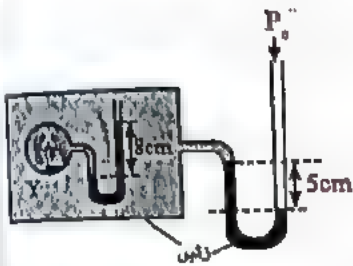
(١) أنبوبة شمعية بها غاز في وضع رأسي وفتحها لأعلى كما بالشكل طول خيط الزئبق 12cm والضغط الجوي 72cm وعندما وضعت وفتحها لأسفل فإن المسافة X للغاز تساوي

10cm (أ)

12cm (ب)

14cm (ج)

15cm (د)



(٢) غرفة بها غاز محبوس بها مانومتر ويتصل بالغرفة مانومتر آخر

والمانومتريان بهما زئبق فإذا كان الضغط الجوي 75cmHg فإن

ضغط الغاز في المانومتر الصغير هو .....cmHg

78 (ب)

70 (أ)

83 (د)

74 (ج)

(٣) أنبوبة اختبار تم غلقها في S.T.P ثم رفعت درجة حرارتها إلى 100°C فإن ضغط الغاز فيها بوحدة التور هو .....

1400 (د)

1038 (ج)

1500 (ب)

1000 (أ)

(٤) أنبوبة شمعية بها قطرة زئبق تحبس كمية من غاز جاف تستخدم في كل مما يأتي عدا:

١- تعيين درجة حرارة سائل. ٢- تحقيق قانون بويل.

٣- تحقيق قانون شارل. ٤- تحقيق قانون الضغط.

(٥) في الشكل مستودع للغاز فإذا كان الضغط الجوي 70cmHg يفصل

المستودع بمانومتر زئبقي فإذا تحرك المكبس للوضع (1) كانت قراءة

المانومتر  $h_1$  وإذا تحرك إلى الوضع (2) كانت قراءته  $h_2$  فإن قيمة  $\frac{h_1}{h_2}$  هي .....

$\frac{2}{5}$  (ب)

$\frac{3}{4}$  (أ)

$\frac{2}{3}$  (د)

$\frac{1}{2}$  (ج)

(٦) مستودعين كرويين كل منهما به غاز الضغط فيهما 6P, P عند فتح الصنبر

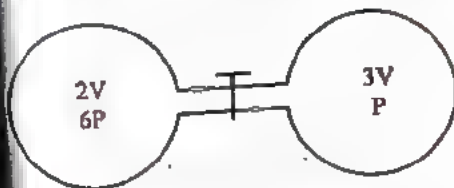
يصبح الضغط في المستودع هو .....

$\frac{7}{2}P$  (ب)

3P (أ)

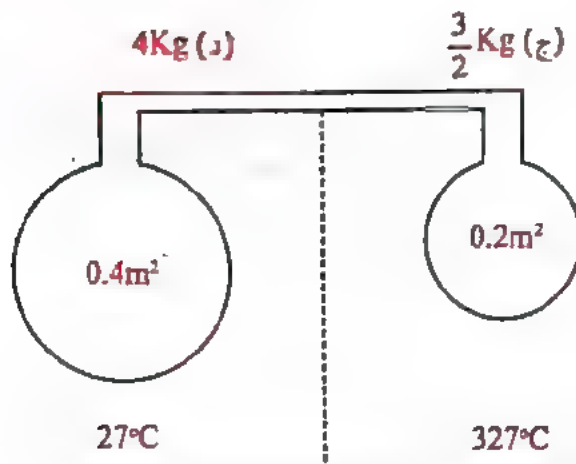
5P (د)

4P (ج)





(٧) اسطوانة بها غاز محبوس كتلته  $4\text{Kg}$  وضغطه  $6\text{Pa}$  فإذا فتح الصنبور وتسرب الغاز منها حتى توقفت عملية التسريب يصبح كمية الغاز المتسرب هي.....



(٨) مستودعان لغاز مثالي في درجة  $27^\circ\text{C}$  وضغط  $10^5\text{N/m}^2$  فإذا وضع الصغير في قرن درجة حرارته  $327^\circ\text{C}$  فإن الضغط في المستودعين يصبح .....

(أ)  $1.2 \times 10^5\text{N/m}^2$

(ب)  $1.33 \times 10^5\text{N/m}^2$

(ج)  $1.44 \times 10^5\text{N/m}^2$

(د)  $1.5 \times 10^5\text{N/m}^2$

(٩) علل لما يأتي:

(أ) يوضع في انتفاخ جولي  $\frac{1}{2}$  حجمه وثيق.

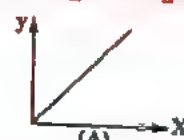
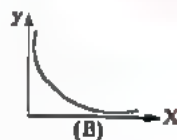
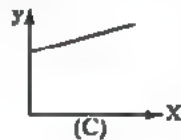
(ب) يشترط لتحقيق قوانين الغازات أن يكون الغاز جافاً.

(ج) الغازات قابلة للانضغاط.

(د) عند تبريد جهاز جولي يجب خفض الأنبوية المتحركة عند خفض درجة الحرارة.

(١٠) عرف الثابت العام للغازات ثم استنتج قيمته وما هي وحدات قياسه علماً بأن كثافة الزئبق  $13600\text{ كجم/م}^3$  وعجلة السقوط الحر  $9.8\text{ م/ث}^2$ .

(١١) في الأشكال البيانية الآتية أي منهم يحقق:



(أ) قانون بويل مع كتابة الرمز على المحاور وكتابة العلاقة الرياضية للقانون.

(ب) قانون الضغط مع كتابة الرمز على المحاور وكتابة العلاقة الرياضية للقانون.

(ج) قانون شارل مع كتابة الرمز على المحاور وكتابة العلاقة الرياضية للقانون.

(١٢) وضح بالرسم عليه البيانات جهاز لتعيين معامل زيادة الضغط عند ثبوت الحجم ثم:

(أ) اذكر الاحتياطات الواجب مراعاتها.

(ب) اكتب القانون المستخدم في التجربة.

(ج) ما قيمة معامل زيادة الضغط لعت حجم ثابت.

(١٣) فتاعة من الهواء على عمل  $10.13$  متر لعت سطح ماء عذب حجمها  $28\text{ سم}^3$  ودرجة الحرارة عند هذا العمق  $7^\circ\text{C}$  ارتفعت إلى سطح الماء حيث درجة الحرارة  $27^\circ\text{C}$  والضغط الجوي  $1.013 \times 10^5$  نيوتن/م $^2$ ، احسب حجمها عند السطح علماً بأن عجلة السقوط الحر  $9.8\text{ م/ث}^2$ .

(١٤) مول من غاز مثالي في (S.T.P) احسب:

(أ) الضغط اللازم لجعل حجمه  $10$  لتر في درجة  $0^\circ\text{C}$ .

(ب) درجة الحرارة اللازمة لجعل الحجم  $30$  لتر في نفس الضغط الجوي.

$[92.6^\circ\text{C} \text{ و } 170.24]$



(١٥) بارومتر زئبقي طوله فوق سطح الزئبق 80 سم ومساحة مقطعه 1 سم<sup>2</sup>، فإذا كان الضغط الجوي 75 سم ز، أدخلت فقاعة غازية من أسفل فأصبح طول عمود الزئبق فيه 60 سم، احسب حجم هذه الفقاعة، إذا كانت في S.T.P، علماً بأن درجة حرارة البارومتر عند التجربة 27°C.

[3.59cm<sup>3</sup>]

(١٦) إناء ممتلئ يحتوي على 10gm غاز ما في درجة 7°C وضغط 2P، رفعت حرارته إلى 27°C وفتح الصنبور تسرب منه غاز حتى أصبح الضغط فيه 1.5P، احسب نسبة كتلة ما تسرب من الغاز إلى ما كان فيه.

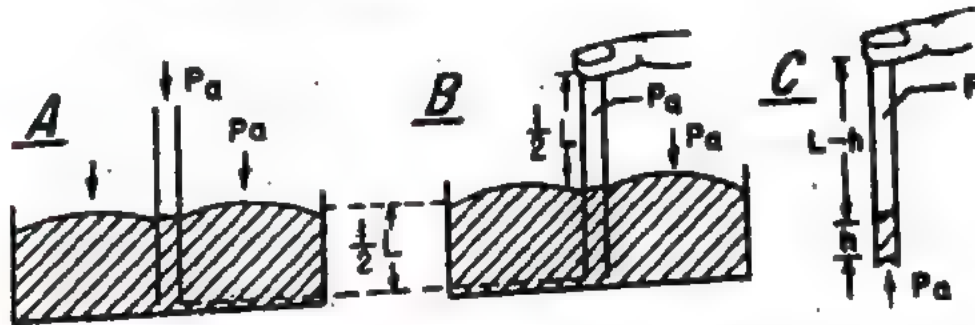
[30%]

(١٧) 4 جم من غاز الأكسجين كتلة المول منه 32 جم وضعت في إناء مغلق في درجة 27°C، احسب ضغطها علماً بأن حجم الإناء 3 لتر.

[1.03x10<sup>5</sup>N/m<sup>2</sup>]

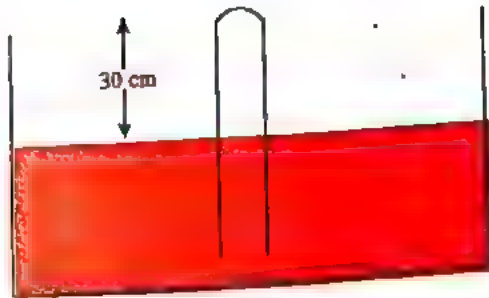
(١٨) أنبوية زجاجية اسطوانية مفتوحة الطرفين طولها 80 cm غُمرت رأسياً إلى منتصفها في حوض به زئبق كما بالشكل A ثم أغلق الطرف العلوي للأنبوية بالأصبع وسحبت خارج الحوض وهي على هذا الوضع وسقط جزء من الزئبق في الحوض وتبقى جزء. احسب طول الجزء المتبقى من الزئبق في الأنبوية علماً بأن الضغط الجوي 76cmHg.

[23]

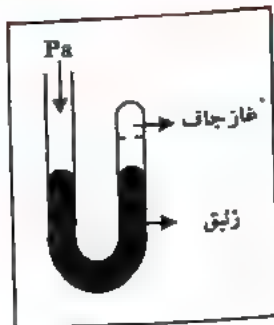


(١٩) أنبوية بارومترية مساحة مقطعه 1cm<sup>2</sup> تقمر في زئبق كما بالشكل طولها فوق سطح الزئبق 30cm ومستوى بالزئبق داخلها في نفس مستوى الحوض فإذا رفعت لأعلى حتى صار ارتفاع الزئبق فيها 38cm احسب ارتفاع الأنبوية فوق سطح الزئبق علماً بأن الضغط الجوي 76cmHg

[68cm]



زئبق



[850m]

(٢٠) أنبوية حرف U بها غاز محبوس كما بالشكل في القرع المغلق في درجة 27°C وكان الضغط الجوي في مكان التجريد عند سفح الجبل 75 سم، صعد بها شخص إلى قمة الجبل حيث درجة الحرارة 3°C لم يتغير سطح الزئبق في الفرعين، يظل في مستوى واحد كما كان عند سفح الجبل، احسب:

١- الارتفاع العمودي للجبل علماً بأن كثافة الهواء المتوسط 1.2 كجم/م<sup>3</sup>.

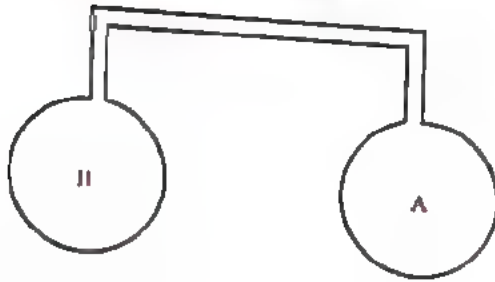
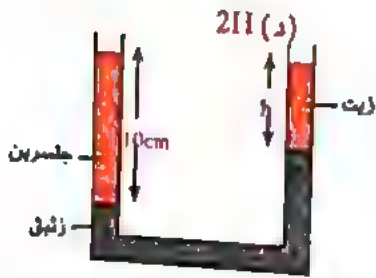


## اختبارات على الفصل الدراسي الثاني بوكليت الاختبار الاول

**اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:**

(١) إذا كان الضغط الجوي يماثل  $H$  ماء توجد فقاعة غازية في قاع بحيرة نصف قطرها  $r$  ارتفعت إلى سطح البحيرة أصبح نصف قطرها  $2r$  فإن عمق ماء البحيرة هو.....

- (أ)  $4H$  (ب)  $7H$  (ج)  $8H$  (د)  $2H$
- (٢) أنبوبة حرف  $U$  بها زئبق وجلسرين وزيت كثافة الجلسرين النسبية  $1.3$  والزيت  $0.8$  والزئبق  $13.6$  فإن  $(h)$  تساوى.....
- (أ)  $10.4\text{cm}$  (ب)  $7.2\text{cm}$  (ج)  $8.2\text{cm}$  (د)  $9.6\text{cm}$

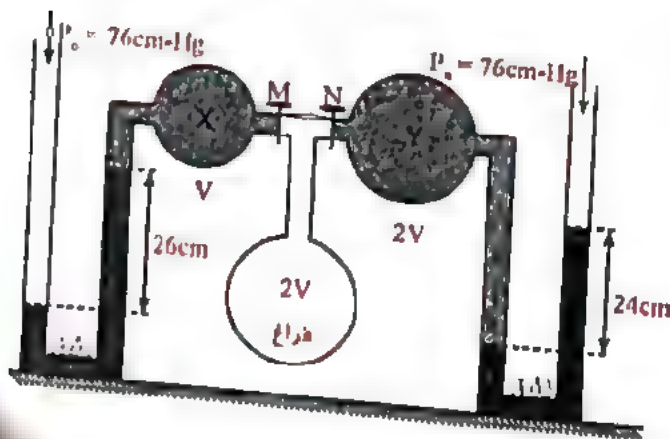


(٣) مستوعبان  $A$  و  $B$  متساويين الحجم والضغط  $P_a$  يتصلان بأنبوبة رفيعة في درجة  $300K$  فإذا رفعت درجة حرارة أحدهما إلى  $600K$  فإن الضغط المشترك يكون.....

- (أ)  $\frac{4}{5} P_a$  (ب)  $\frac{4}{3} P_a$  (ج)  $1 P_a$  (د)  $\frac{3}{4} P_a$

(٤) العلاقة البيانية بين حجم الغاز بالتر ودرجة الحرارة سيلزيوس فإن حجم الغاز عند درجة  $819^\circ C$  يصبح.....

(أ) لتر (ب) 2 لتر (ج) 3 لتر (د) 4 لتر



(٥) في الشكل عند فتح الصنبور  $N$  والصنبور  $M$  فإن ضغط الغاز المحبوس يساوى.....  $\text{cmHg}$

(أ) 30 (ب) 25 (ج) 26 (د) 40





## ٦- في الشكل المقابل:

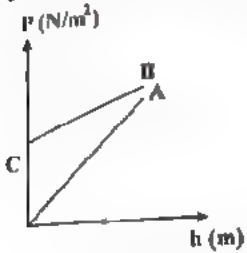
أنبوبة حرف U بها غاز محبوس في الفرع المفلق في درجة  $27^\circ\text{C}$  وكان الضغط الجوي في مكان التجربة عند سفح الجبل 75 سم، صعد بها شخص إلى قمة الجبل حيث درجة الحرارة  $3^\circ\text{C}$  - لم يتغير سطح الزئبق في الفرعين، وبطل في مستوى واحد كما كان عند سفح الجبل، احسب: الارتفاع العمودي للجبل علماً بأن كثافة الهواء المتوسط 1.2 كجم /  $\text{م}^3$ .

(850 m)

## ٧- ما النتائج المترتبة على كل من الآتي:

أخذ مانومتر يقرأ 11 + أعل جبل على قراءته.

٨- الرسم البياني المقابل يمثل العلاقة بين الضغط وعمق السائل في مخبرين بهما سائلين مختلفين في الكثافة A ، B .



١- أي المخبرين مفلق وأيها مفتوح؟ ولماذا؟

٢- ماذا تمثل النقطة (C) .

٣- أي السائلين أكبر كثافة؟ ولماذا؟

٩- مكبس هيدروليكي قطر مكبسه الصغير 10cm وقطر مكبسه الكبير 100cm فإذا أثرت على اصغير قوة 500N ، اعتبر  $g = 10 \text{ m/s}^2$  ، احسب:

(ب) الفائدة الآلية.

(أ) أكبر كتلة يمكن رفعها.

(ج) الضغط على أي مكبس.

(5 ملن ،  $2 \times 10^5 \text{ n/m}^2$  ، 100 ، ملن 5)

## ١٠- علل لما يأتي:

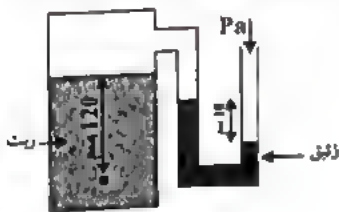
١- لا تصل كفاءة المكبس الهيدروليكي إلى 100 % .

٢- يجب أن يكون الغاز جافاً عن تحقيق قانون بويل وشارل.

١١- إذا كانت قراءة بارومتر زئبقي عند سفح جبل 75 سم زئبق وعندما حمله رجل وصعد إلى قمة جبل فكانت قراءته 72 سم زئبق فإذا كانت كثافة الهواء المتوسط 1.2 كجم /  $\text{م}^3$  احسب الارتفاع العمودي للجبل.

(340m)

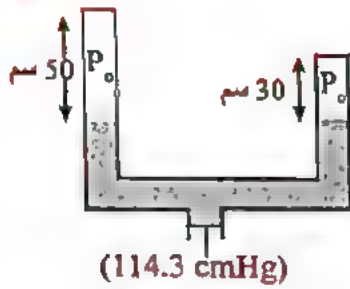
١٢- في الشكل خزان به زيت كثافته النسبية 0.8 فإذا كان الضغط الجوي  $10^5$  نيوتن /  $\text{م}^2$  يتصل الخزان بمانومتر زئبقي كثافة الزئبق 13600 كجم /  $\text{م}^3$  .



احسب الضغط الكلي عند نقطة A التي على عمق 120 سم في الزيت.

(96080  $\text{n/m}^2$ )





١٣- في الشكل الموضح الفرعان بهما زيت والضغط للغاز فيهما  $P_0$  ومساحة مقطع كل من الفرعين 1 سم<sup>2</sup> فإذا أدخلت كمية من الزيت 10 سم<sup>3</sup> من أسفل بحيث يرتفع 6 سم في الفرع الأيسر، 4 سم في الفرع الأيمن، احسب مقدار  $P_0$  في الفرعين.

$$P_0 \times 50 = P_1 \times 44$$

$$P_1 = \frac{P_0 \times 50}{44} \rightarrow (1)$$

$$P_1 + 6 = P_2 + 4$$

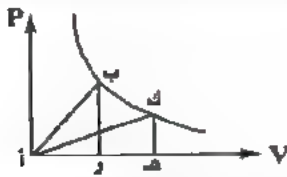
$$P_1 + 2 = P_2 \rightarrow (3) \text{ من 1 و 2}$$

$$P_0 \times 30 = P_2 \times 26$$

$$P_2 = \frac{P_0 \times 30}{26} \rightarrow (2)$$

$$\frac{P_0 \times 50}{44} + 2 = \frac{P_0 \times 30}{26}$$

$$P_0 \times 1320 = P_0 \times 1300 + 2288 \therefore P_0 = 114.4 \text{ cm Hg}$$



١٤- في الشكل علاقة بيانية بين الضغط والحجم لكمية من غاز جاف عند ثبات درجة الحرارة. أثبت أن: مساحة المثلث أ ب ر = مساحة المثلث أ ك هـ.

١٥- مكبس هيدروليكي الفائدة الآتية له 50 إذا أثرت قوة على المكبس الصغير مقدارها 20N فتتحرك المكبس الكبير للخارج 0.5cm احسب:

١- أكبر كتلة يمكن رفعها بالمكبس الكبير

٢- المسافة التي يتحركها المكبس الصغير (علماً بأن  $g = 10 \text{ m/s}^2$ ).

١٦- أنبوبة ذات شعبتين منتظمة المقطع طول كل من فرعها 40cm ملئت إلى منتصفها بماء كثافته  $1000 \text{ Kg/m}^3$  ثم صب زيت كثافته النسبية 0.8 في أحد الفرعين حتى وصل سطح الزيت إلى نهاية الفرع احسب ارتفاع الماء والزيت فوق السطح الفاصل.

١٧- وضع بالون من المطاط به هواء محبوس حجمه  $600 \text{ cm}^3$  وتحت ضغط  $3 \times 10^5 \text{ N/m}^2$  في إناء على شكل متوازي مستطيلات أبعاده 10cm, 8 cm, 5cm ثم إحكم إغلاقه احسب الضغط النهائي داخل الإناء عند إنفجار البالون عند ثبات درجة الحرارة وإهمال حجم البالون.



**الاختبار رقم ٢**  
**على التيرم الثاني نظام بوكليت**

**اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:**

(١) خلطت ٣ سوائل متساوية في الحجم ولكن الكثافة هي  $p$  ,  $2p$  ,  $3p$  فإن كثافة الخليط تصبح.....  
(أ)  $p$  (ب)  $2p$  (ج)  $3p$  (د)  $5p$

(٢) خلطت ٣ سوائل متساوية في الكتلة ولكن كثافتها  $p$  ,  $2p$  ,  $3p$  فإن كثافة الخليط تصبح.....  
(أ)  $\frac{11p}{7}$  (ب)  $\frac{18p}{11}$  (ج)  $\frac{13p}{9}$  (د)  $\frac{23p}{18}$

(٣) أنبوبة بارومترية ارتفاع الزئبق العمودي فيها  $76\text{cm}$  فإذا مالت الأنبوبة بزاوية  $60^\circ$  عن الوضع الرأسى فإن طول الزئبق يصبح.....  
(أ)  $152\text{cm}$  (ب)  $38\text{cm}$  (ج)  $76\text{cm}$  (د)  $38\sqrt{3}$

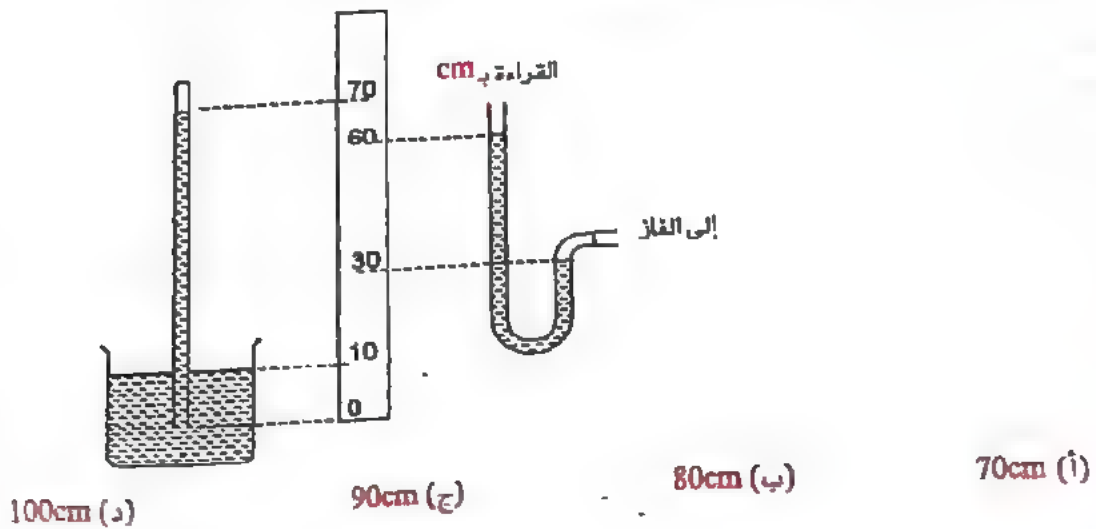
(٤) إذا ضغطت كمية من غاز لنصف الحجم ورفعت درجة الحرارة المطلقة إلى ٣ أمثالها فإن الضغط يصبح ..... الضغط الأصلي  
(أ) ثلاث أمثال (ب) أربعة أمثال (ج) خمسة أمثال (د) ستة أمثال

(٥) الصفر كلفن هو درجة الحرارة التي عندها .....  
(أ) ينعدم حجم الغاز نظرياً عند ثبوت ضغطه  
(ب) ينعدم ضغط الغاز نظرياً عند ثبوت حجمه  
(ج) درجة الحرارة  $-273\text{C}$   
(د) جميع ما سبق

(٦) **في الشكل المقابل:** أسطوانة مغلقة الطرفين تحتوي على مكسب عديم الاحتكاك عند منتصفها وكان ضغط الغاز بداً على جانبي المكسب  $80\text{cmHg}$  فإذا تحرك المكسب ببطء إلى اليمين  $\frac{1}{6}$  المسافة  $AC$  فإن الفرق في الضغط على جانبي المكسب بفرض ثبوت درجة الحرارة هو.....  
(أ)  $27.4\text{cmHg}$  (ب)  $30.2\text{cmHg}$  (ج)  $54.8\text{cmHg}$  (د)  $13.7\text{cmHg}$



(٧) يارومتر ومانومتر في نفس المكان كما بالشكل فإن ضغط الغاز الذي يقيسه المانومتر هو.....





## ٨- مانا يقصد بكل مما يأتي:

١- معامل زيادة الضغط عند ثبوت الحجم  $k = \frac{1}{273}$ .

٢- القانون العام للغازات.

٣- أنبوبة اختبار تم غلقها تماماً في S.T.P ثم رفعت درجة حرارتها إلى  $100^\circ\text{C}$ ، احسب الضغط للغاز فيها بوحدة:

١- الضغط الجوي.

٢- نيوتن/م<sup>٢</sup>

٣- تور.

[1.366Pa,  $1.384 \times 10^5 \text{N/m}^2$ , 1038 تور]

٩- وضح بالرسم تجربة عملية لإثبات أن زيادة الضغط للغازات المختقة عند رفع درجة حرارتها نفس الدرجات ثابت مهما تغير الغاز.

١٠- معك أنبوبة شعيرية بها قطرة زيتك تحبس كمية من غاز جاف كيف تستخدمها في:

١- تعيين درجة حرارة سائل.

٢- تحقيق قانون بويل.

١١- إطار سيارة به هواء فرق الضغط فيه 1.18 ضغط جوي في يوم درجة الحرارة  $3^\circ\text{C}$ ، احسب ضغط الهواء في الإطار، إذا أصبحت درجة الحرارة  $47^\circ\text{C}$  بفرض ثبوت الحجم.

[2.58Pa]

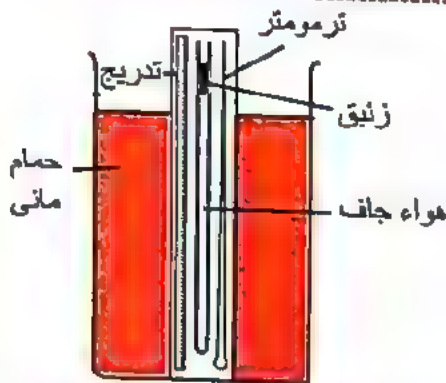
١٢- في الشكل المقابل تجربة لتحقيق قانون شارل:

١- كيف يستدل على ثبات الضغط في هذا الجهاز.

٢- ما نص القانون الذي تحققه؟

٣- ما علاقة حجم الغاز بقراءة الترمومتر؟

٤- ما هي احتياطات التجربة؟



١٤- اسطوانة ذات مكبس محكمة قابل للحركة عديم الاحتكاك تحتوي على غاز حجمه 64 لتر عندما كان الضغط الجوي 75 سم

زئبق ودرجة الحرارة  $27^\circ\text{C}$ ، أوجد الحجم الذي يشغله الغاز بداخل الاسطوانة عندما تنقل إلى مكان مرتفع يبلغ الضغط

الجوي فيه 56 سم زئبق ودرجة الحرارة  $7^\circ\text{C}$ .



١٥- عند وضع بالونة داخل زجاجة مغلقة ثم شد فوهة البالونة على عنق الزجاجة كما بالشكل ثم

التفخ بقوة في البالونة هل تنتفخ البالونة أم لا. فسر إجابتك.

١٦- إطار سيارة به هواء فرق الضغط فيه 1.18Pa (ضغط جو) في يوم درجة حرارته  $3^\circ\text{C}$  فإن ضغط الهواء في الإطار إذا أصبحت

[2.58Pa]

درجة الحرارة  $47^\circ\text{C}$  بفرض ثبوت الحجم.



## ١٧- فى تجربة لتحقيق قانون بويل كانت النتائج كالتالى:

باسكال $P \times 10^5$	5	7.5	10	12.5	15	20	26
$V^2_m$	0.45	0.3	0.225	0.18	0.15	0.125	0.1

(أ) ارسم علاقة بين  $P$  و  $\frac{1}{V}$ .

(ب) من الرسم البيانى: ١- استنتج مدى الضغط الذى يخضع فيه الغاز لبويل.

٢- حجم الغاز عند ضغط  $9 \times 10^5$  نيوتن/م<sup>٢</sup>.

## الاختبار الثالث

(وضع الوزارة) ٢٠٢٠

**ملحوظة:** الامتحان كان لظروف جائحة كورونا الحادث اقتصر على جزء من المنهج وليس الكل.

١- الشكل يوضح إناء به سائل كثافته  $\rho$  وعجلة الجاذبية الأرضية  $g$  وارتفاع

السائل  $h_1 = h_2 = h_3$  فإن الضغط عند  $x, y, z$  كالتالى:

$$P_x > P_y > P_z \text{ (ب)}$$

$$P_x > P_y > P_z \text{ (د)}$$

$$P_x = 3P_y = 2P_z \text{ (أ)}$$

$$P_y = 2P_x = 3P_z \text{ (ج)}$$



٢- الشكل يوضح العلاقة البيانية بين الكتلة ( $m$ ) والحجم ( $v$ ) لأربعة مواد مختلفة

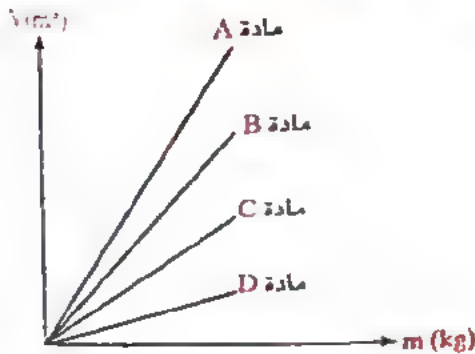
أى مادة لها أكبر كثافة؟

B (أ)

A (ب)

C (ج)

D (د)



٣- فى معمل تحاليل للكشف عن تركيز الأملاح فى البول وكانت النتائج لأربعة أشخاص كالتالى:

الأشخاص	D	C	B	A
Kg/m <sup>٣</sup> للبول $\rho$	1010	1010	1030	1020

أى من الأشخاص السابقة مصاب بزيادة الأملاح فى البول؟

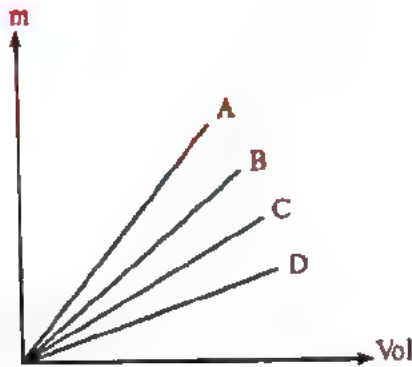
D (أ) الشخص

B (ب) الشخص

C (ج) الشخص

A (د) الشخص


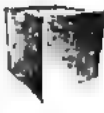






٤- العلاقة البيانية الآتية بين كتلة وحجم كمية من الدم لأربعة أشخاص مصابين بمرض الانيميا فأى الأشخاص تكون لديه نسبة الإصابة بالمرض أعلى

(ب) B : (أ) C  
(د) D : (ج) A

٥- أربعة مكعبات متساوية في الحجم ومن مواد مختلفة (ذهب - حديد - ألومنيوم - نحاس) كما بالشكل

Cu	AL	Fe	Au	المعدن
				
نحاس	ألومنيوم	حديد	ذهب	
8900	2700	7850	19360	الكثافة kg/m³

فإن ترتيب كتل المواد كالآتي:

$$m_{Au} > m_{Fe} > m_{Cu} > m_{Al} \text{ (ب)}$$

$$m_{Al} > m_{Au} > m_{Cu} > m_{Fe} \text{ (أ)}$$

$$m_{Fe} > m_{Au} > m_{Cu} > m_{Al} \text{ (د)}$$

$$m_{Au} > m_{Cu} > m_{Fe} > m_{Al} \text{ (ج)}$$

٦- إذا كان الاختلاف في قيمة الضغط داخل طائرة محلقة في الهواء وخارجها = 0.1 atm فإنه يكافئ .....

$$7.6m.Hg \text{ (د)}$$

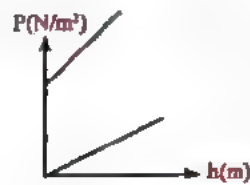
$$0.76m.Hg \text{ (ج)}$$

$$76m.Hg \text{ (ب)}$$

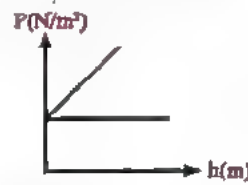
$$0.076m.Hg \text{ (أ)}$$

٧- خزانان متماثلان بهما سائلان كثافة السائل بالخزان الثاني أكبر من كثافة السائل بالخزان الأول والخزان الأول مغلق والخزان الثاني مفتوح.

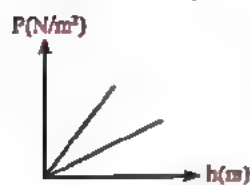
التمثيل البياني يبين الضغط  $P$  والعمق  $h$  تكون .....



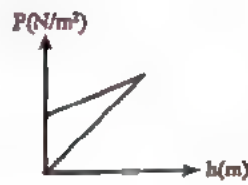
(ب)



(أ)



(د)



(ج)





٨- أمامك إناء به كمية من الماء والزيت.

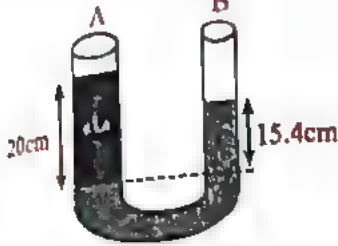
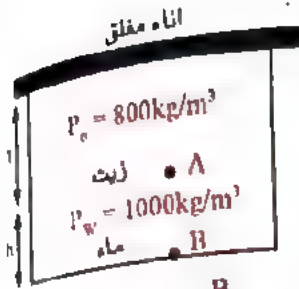
فإن النسبة بين الضغط عند النقطة A =  $\frac{\text{الضغط عند النقطة A}}{\text{الضغط عند النقطة B}}$  .....

(د)  $\frac{9}{10}$

(ج)  $\frac{4}{8}$

(ب)  $\frac{4}{9}$

(أ)  $\frac{4}{6}$

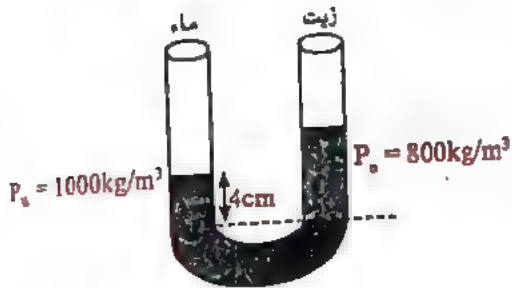


٩- يوضح الشكل سائلين غير قابلين للامتزاج داخل أنبوية على شكل حرف U أحدهما فرعها أضيق من الآخر.

تكون قيمة الكثافة النسبية للسائل B تساوى .....

(أ) 1.3 (ب) 0.77

(ج) 1.1 (د) 0.9



١٠- في الشكل الموضح يكون ارتفاع الزيت عن السطح الفاصل يساوى .....

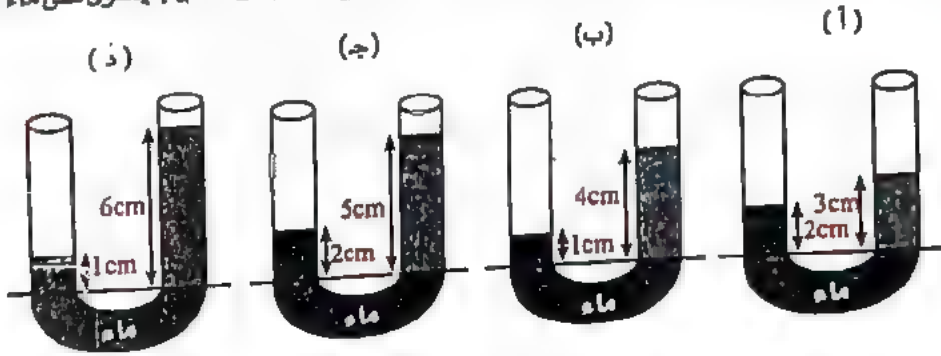
(أ) 7cm

(ب) 8cm

(ج) 5cm

(د) 6cm

١١- يمثل الشكل أنابيب ذات الشعبتين لقياس كثافات سوائل مختلفة حيث أن الفرع الأيسر في الأنابيب يحتوى على ماء كثافته 1000 kg/m³



أى من الأنابيب التالية تكون فيها الكثافة النسبية للسائل فيها 0.4 ..

(أ) A

(ب) D

(ج) C

(د) B

١٢- البطريق يمكنه أن يتحمل ضغوطا كبيرة تصل إلى  $P = 4.9 \times 10^6 \text{ Pascal}$  ما هو الحد الأقصى للعمق الذى يمكن للبطريق الوصول إليه فى مياه البحر؟ علماً بأن:

كثافة ماء البحر  $P = 1030 \text{ Kg/m}^3$

$P_a = 1.013 \times 10^5 \text{ pascal}$

$g = 9.8 \text{ m/s}^2$

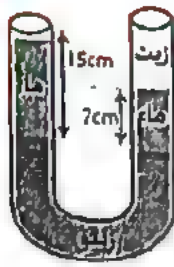
(أ) 400m

(ب) 375m

(ج) 475.4m

(د) 485.3m



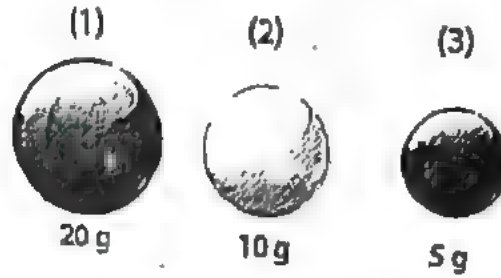


١٧- من الرسم الذي أمامك:

إذا علمت أن كثافة الزيت والماء على الترتيب  $800 \text{ Kg/m}^3$  ,  $1000 \text{ Kg/m}^3$  فتكون قيمة ارتفاع عمود الزيت تساوي .....

- (أ) 10cm (ب) 8cm (ج) 9cm (د) 12cm

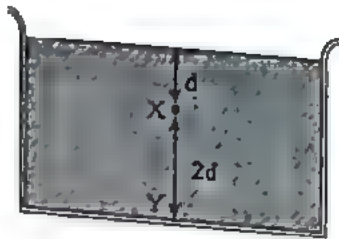
١٨- ثلاث كرات زجاجية مصممة من نفس المادة في نفس درجة الحرارة.....



- (أ) كثافة الكرة (٢) أكبر من كثافة الكرة (١)  
(ب) كثافة الكرة (١) أكبر من كثافة الكرة (٢)  
(ج) كثافة الكرة (٢) أقل من كثافة الكرة (٣)  
(د) كثافة الكرة (١) = كثافة الكرة (٢)

١٩- إذا كان الضغط الجوي عند نقطة معينة  $1.03 \times 10^5 \text{ pascal}$  فإنه يكافئ.....

- (أ) 1.03 Bar (ب) 1.013 Bar  
(ج) 1.013 cmHg (د) 0.76 mHg



٢٠- إذا احتوى على سائل: النسبة بين ضغط السائل عند نقطة X إلى ضغطه عند نقطة Y  $\frac{P_x}{P_y}$  هي.....

- (أ)  $\frac{1}{1}$  (ب)  $\frac{1}{2}$   
(ج)  $\frac{1}{3}$  (د)  $\frac{2}{1}$

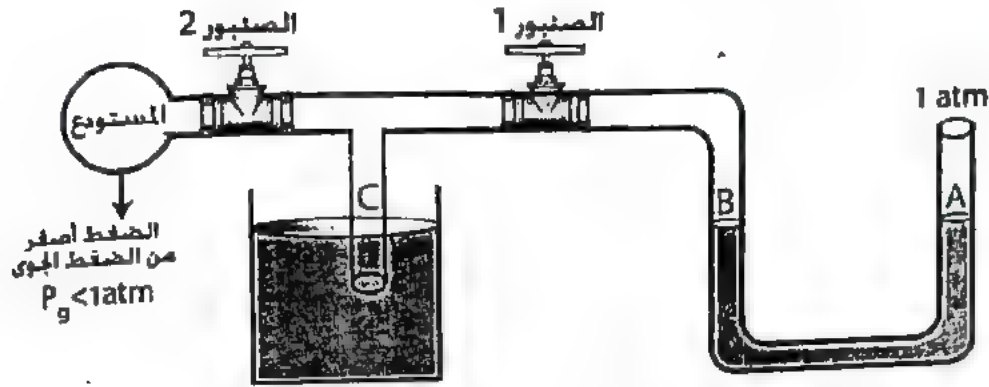
٢١- أنبوبة ذات شفتين تحتوي على كمية من الماء، مساحة مقطع أحد فروعها ثلاثة أمثال الآخر، وعند صب كمية زيت في الفرع الضيق انخفض سطح الماء فيه بمقدار 0.6cm

ارتفاع عمود الزيت الذي تم صبه = .....  
علما بأن:  $P_o = 800 \text{ kg/m}^3$  ,  $P_w = 1000 \text{ kg/m}^3$

- (أ) 0.6cm (ب) 0.8cm (ج) 1cm (د) 1.5cm



١٨- ماذا يحدث لسطح الزيت عند النقاط A, B, C عند فتح الصنوبرين ١، ٢ في الرسم



- (أ) ترتفع C بينما تنخفض B وترتفع A
- (ب) A ينخفض - B, C يرتفعان
- (ج) تظل C ثابتة بدون تغيير - بينما يرتفع A, B
- (د) تظل A, B ثابتتان بينما تنخفض C

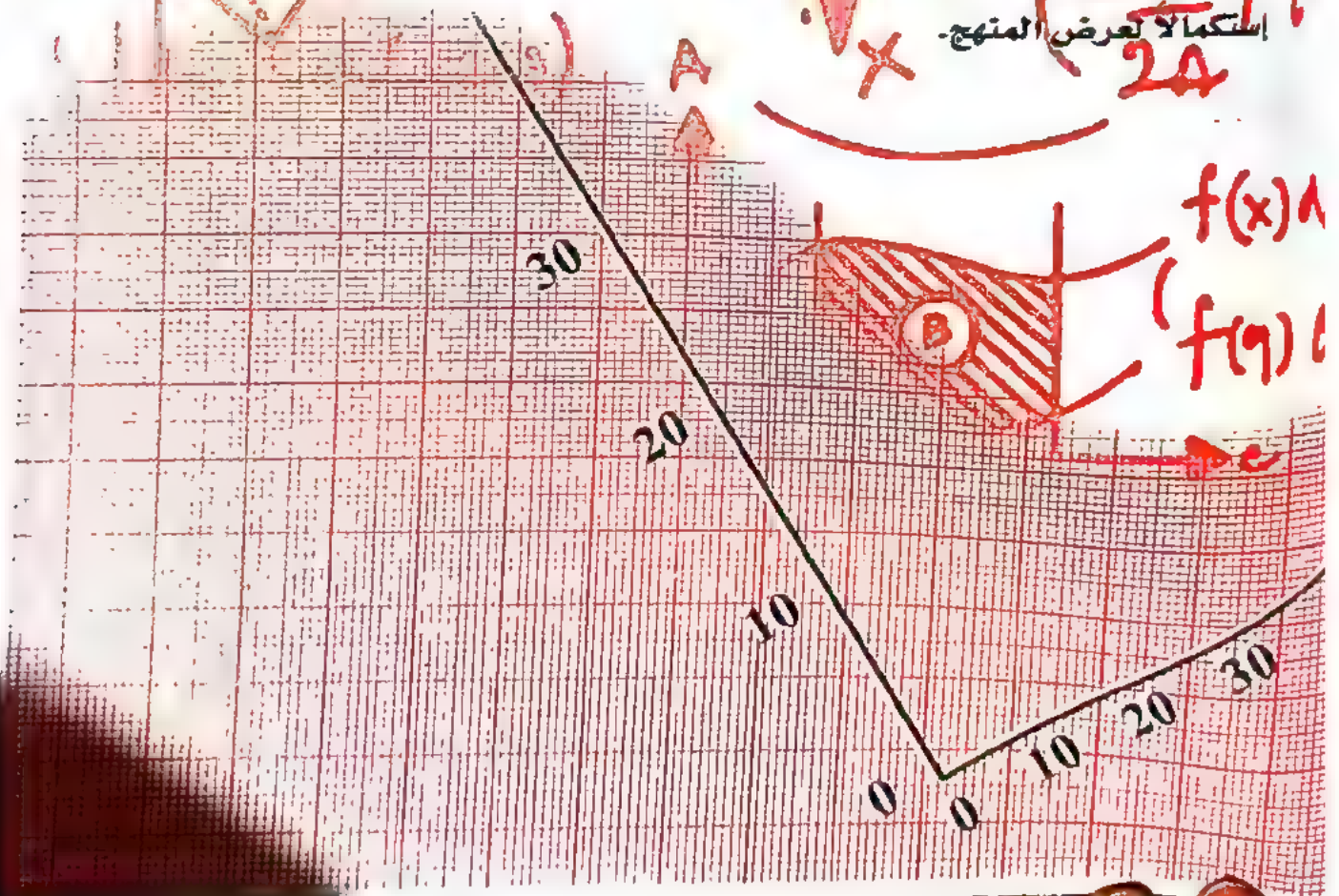




# كراسة الرسم البياني

عرضاً من سلسلة كتب الوسام في الفيزياء أن تقدم المادة العلمية كاملة

كان من الضروري توضيح الرسم البياني والتدريب عليه فكانت هذه الكراسة  
استكمالا لعرض المنهج.





## ١- تدريب امتحان مصر ١٩٩٥:

(مجاب عليه)

الجدول التالي يوضح العلاقة بين الضغط  $P$  عند نقطة في باطن بحيرة وعمق هذه النقطة عن سطح البحيرة والمطلوب رسم علاقة بيانية بين الضغط  $P$  ممثلاً على المحور الرأسى وعمق النقطة ممثلاً على المحور الأفقى.

ومن الرسم أوجد:

١- قيمة  $(X)$  المقابل للعمق 12 متر.

٢- قيمة الضغط الجوى فوق سطح البحيرة بوحدة نيوتن/م<sup>٢</sup>.

٣- كثافة ماء البحيرة (اعتبر  $g = ٩,٨$  م/ث<sup>٢</sup>)

h متر	4	8	12	16	20
P بار	1.4	1.8	X	2.6	3



من الرسم البياني المقابل

العلاقة بين  $P$  والعمق  $h$  علاقة تزايدية:  $P = P_a + \rho \cdot g \cdot h$

$$1 - X = 2.2 \text{ بار}$$

١- لحساب الضغط الجوى يكون العمق صفر  $h = 0$  أى عند سطح البحيرة يكون الضغط الجوى

$$2 - P_a = 1 \text{ بار} = 10^5 \text{ N/m}^2$$

لحساب الكثافة نحسب الميل يأخذ مثلث الميل كما بالشكل

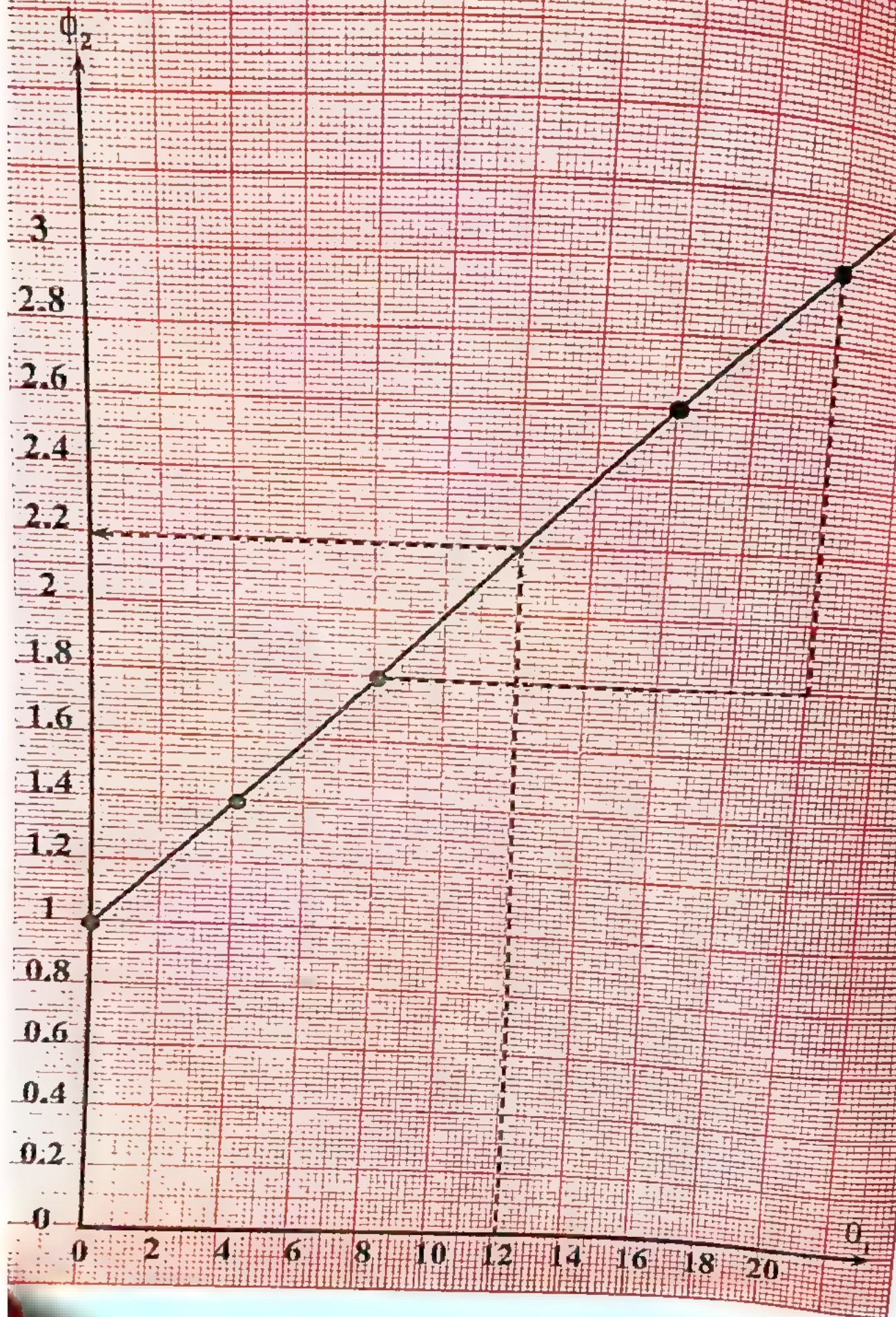
$$\text{Slope} = \rho \cdot g \text{ (الميل)}$$

$$\text{الميل} = \frac{(3 - 1.8) \times 10^5}{20 - 8} = \frac{1.2 \times 10^5}{12} = 10^4 =$$

$$10^4 = 9.8 \times \rho$$

$$\therefore \rho = 1020.4 \text{ Kg/m}^3$$







## ٢- تدريب:

(أجب بنفسك)

الجدول التالي يوضح العلاقة بين ضغط سائل في خزان مغلق مملوء بالسائل تماماً وعمق النقطة عن سطح السائل:

العمق h متر	0.5	1	1.2	2	2.5	3
الضغط $P \times 10^3 \text{ N/m}^2$	5	10	X	20	25	30

ارسم علاقة بيانية بين الضغط على المحور الرأسى والعمق على المحور الأفقى ومن الرسم البيانى أوجد:

(أ) الضغط على عمق 120 سم من سطح السائل.

(ب) كثافة السائل اعتبر أن  $g = 10 \text{ m/s}^2$



1-  $12 \times 10^3 \text{ N/m}^2$

2-  $P = 1000 \text{ Kg/m}^3$







مقدّم مسند أم مكيم هودزولوكي حصلنا على النتائج الآتية:

80	50	35	20	10	القوة المؤثرة على المكعب الصغير $f(N)$
1280	800	560	320	160	القوة المؤثرة على المكعب الكبير $F(N)$

لرسم العلاقة البيانية  $(f)$  على المحور الأفقي،  $(F)$  على المحور الرأسي ومنها أوجد:

- ١- المعادلة الآتية للمكعب.
- ٢- القوة اللازمة على المكعب الكبير لاتزان قوة مقدارها  $40N$  موضوعة على المكعب الصغير.
- ٣- إذا كان نصف قطر المكعب الكبير  $100cm$  فكم يكون نصف قطر المكعب الصغير.



من الرسم البياني المقابل:

١- المعادلة الآتية من المحل:

$$h = \text{slope} = \frac{800 - 0}{50 - 0} = 16$$

٢- القوة اللازمة على الكبير هي  $640N$

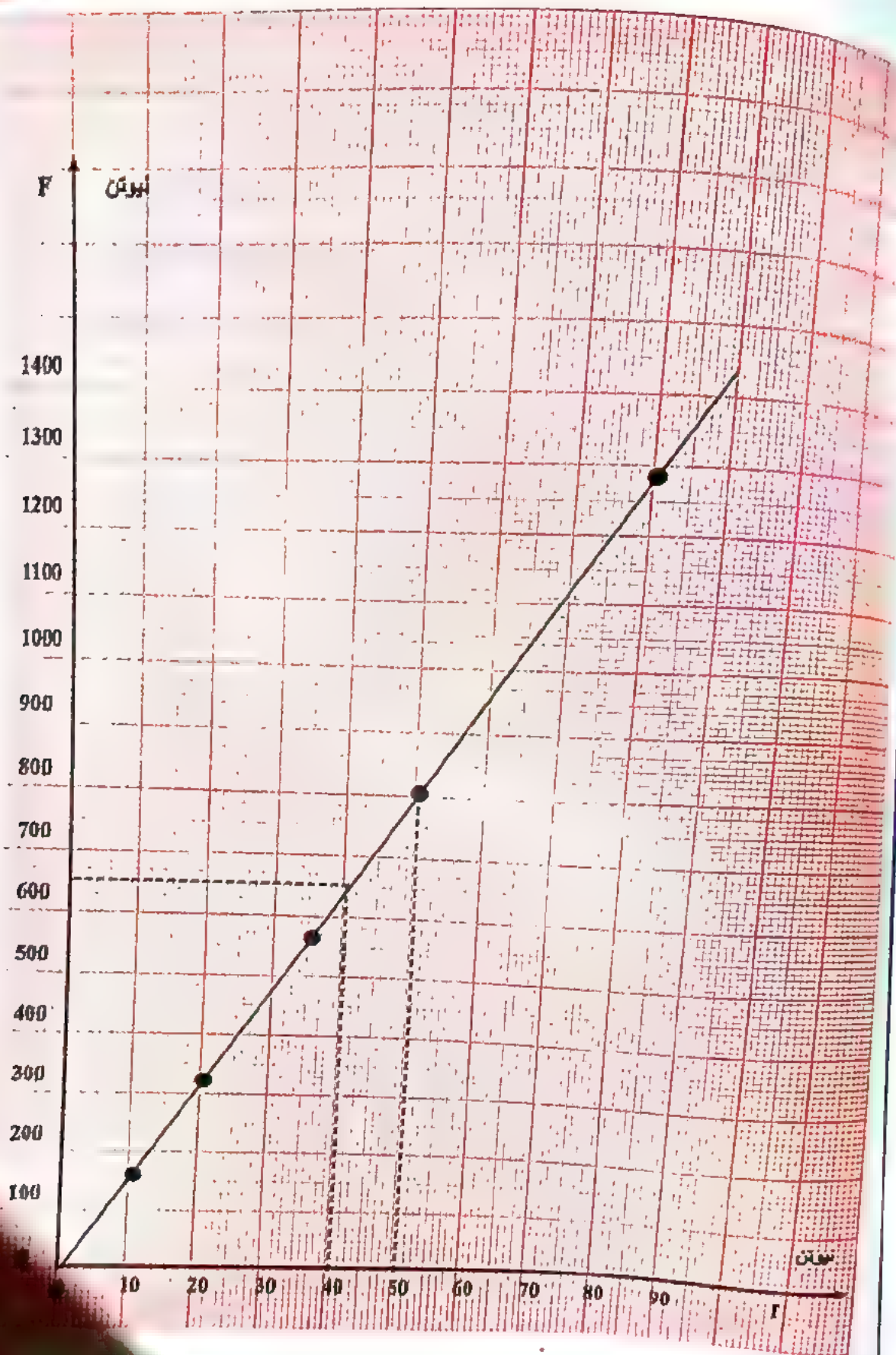
٣- حساب نصف قطر الصغير من العلاقة

$$\eta = \frac{R^2}{r^2}$$

$$\therefore 16 = \frac{(100)^2}{r^2}$$

$$r = 25cm$$







(أجب بنفسك)

هو المكسر الهيدروليكي حصلاً على النتائج الآتية:

8	6	5	4	2	القوة على الصغير
200	150	125	100	50	القوة على الكبير

المطلوب: رسم العلاقة البيانية بين  $P$  على المحور الرأسى،  $A$  على الأفقى ومن الرسم أوجد:

1- ميل الخط المستقيم وماذا يمثل؟

2- أكبر كتلة يمكن رفعها باستخدام قوة 2 نيوتن.

3- المسافة التي يتحركها الصغير إذا تحرك الكبير 4 سم.

4- إذا كانت نصف قطر الصغير 2 سم احسب مساحة الكبير.

[25, 30.5Kg , 100cm, 0.314m<sup>2</sup>]









(أجب بنفسه)

## ٥- تدريب امتحان مصر ٢٠٠٢ دور ثلثي:

في تجربة لتحقيق قانون بويل حصلنا على النتائج التالية:

١' ضغط الغاز بالكيلو باسكال (KN/m <sup>2</sup> )	a	400	320	160	80	
٢' حجم الغاز بالمتر المكعب (m <sup>3</sup> )	V <sub>ol</sub>	1	2	2.5	5	10

١- ارسم بيانيًا العلاقة بين  $(P)$  ،  $(\frac{1}{V_{ol}})$

حيث:  $(\frac{1}{V_{ol}})$  ممثلة على المحور الأفقي،  $(P)$  ممثلة على المحور الرأسي.

٢- من الرسم البياني أوجد:

(أ) قيمة الضغط (a) بالكيلو باسكال.

(ب) العلاقة بين الضغط والحجم.



يعد عمل جدول  $P$  ،  $\frac{1}{V_{ol}}$ :

P	a	400	320	160	80
$\frac{1}{V_{ol}} \text{ m}^{-3}$	1	0.5	0.4	0.2	0.1

من الرسم البياني

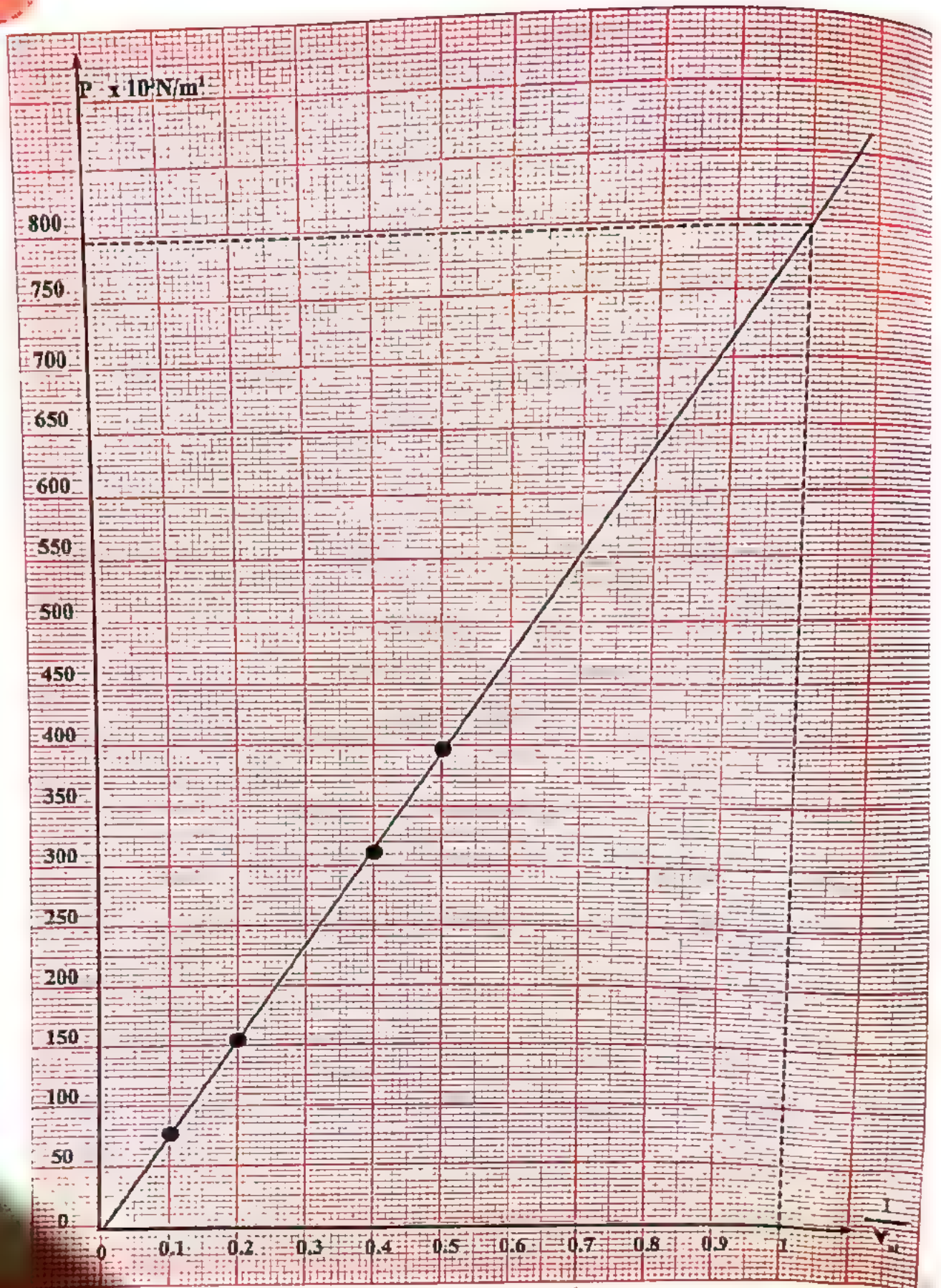
١- كيلو باسكال  $a = 800$

٢- العلاقة طردية تدل على أن

حاصل ضرب الضغط  $\times$  الحجم = مقدار ثابت

وهذا هو قانون بويل







## ٦- تدريب امتحان مصر ٢٠٠٨ دور أول:

(أجب بنفسك)

ضغطت كمية من الهواء ذات كتلة ثابتة بمكبس عند درجة حرارة ثابتة  $17^{\circ}\text{C}$ ، الجدول التالي يوضح العلاقة بين الضغط المؤثر على الهواء المكبوس وحجمه:

الضغط $p$ (كيلوباسكال)	50	60	75	90	105	120
الحجم $V_{ol}$ (م <sup>٣</sup> )	0.00048	0.00040	0.00032	0.00027	0.00023	0.00020
مقلوب الحجم $\frac{1}{V_{ol}}$ (م <sup>-٣</sup> )	....	2500	....	3704	....	5000

١- أكمل الجدول.

٢- ارسم علاقة بيانية بين الضغط ( $p$ ) على المحور الرأسى  $y$  ومقلوب الحجم ( $\frac{1}{V_{ol}}$ ) على المحور الأفقى  $x$ .

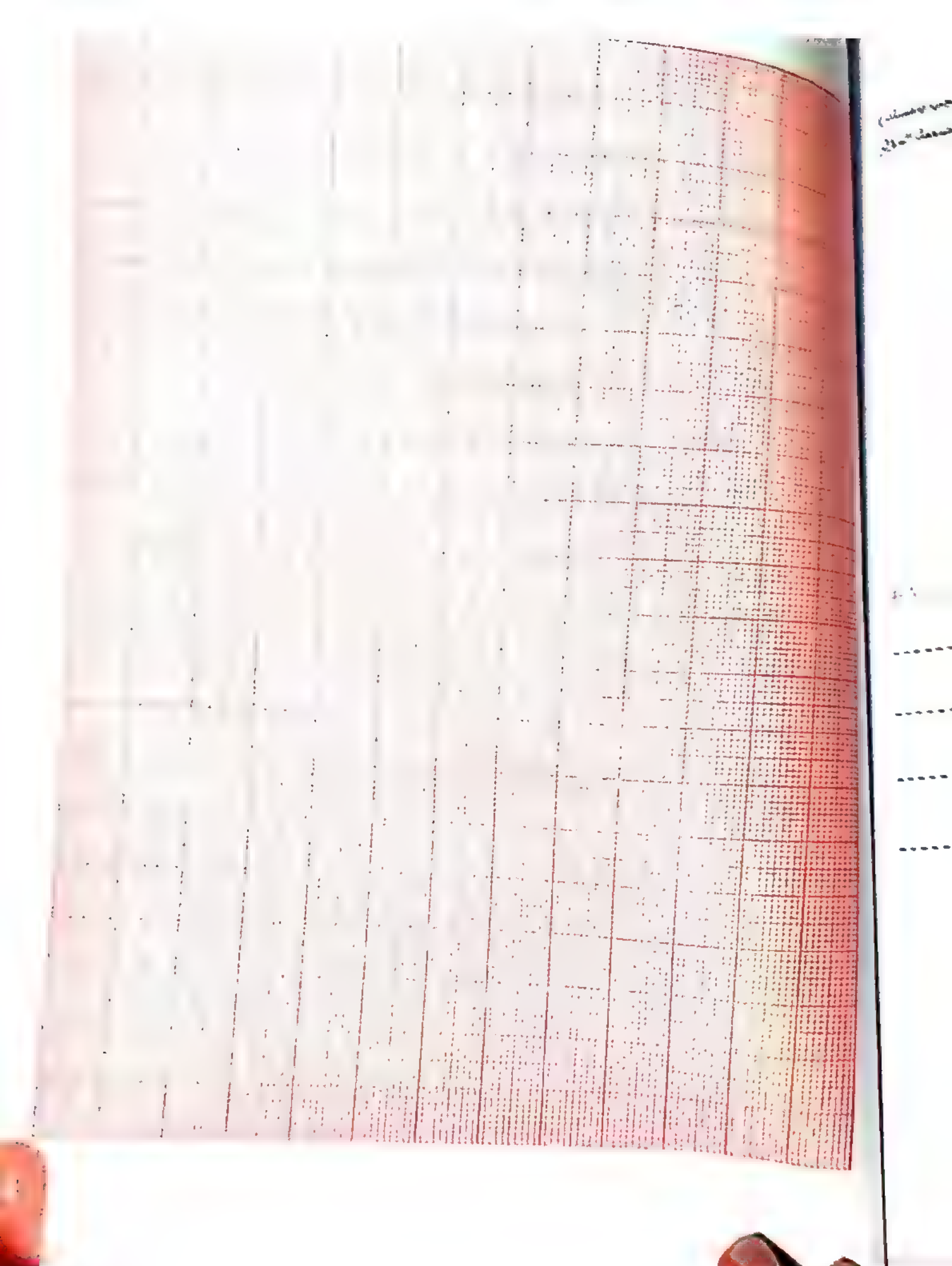
٣- من الرسم البيانى استنتج العلاقة بين ضغط وحجم الهواء المكبوس، مع تفسير إجابتك.

٤- إذا ارتفعت درجة حرارة الهواء المكبوس إلى  $27^{\circ}\text{C}$  فكم يكون حجمه عند ضغط 100 كيلو باسكال.



$$4- V_{ol} = 2.48 \times 10^{-4} = 0.000248 \text{ m}^3$$





المساحة  
المساحة



## ٧- تدریب "قانون بویل"

قوة اسطوانة لتحويل قانون بویل أعدت النتائج التالية:

1	2	3	4	5	6	7	8
2800	2000	1500	1250	1000	750	500	حجم الاسطوانة
0.1	0.125	0.15	0.18	0.225	0.30	0.45	$V$

المطلوب:

1- ارسم علاقة بين  $\frac{1}{V}$  و  $P$

2- اذكر العلاقة التي تستنتجها من الرسم النهائي.

3- استنتاج مدى الخطأ الذي يوضح فيه الغاز لقانون بویل.

4- استنتاج قيمة حجم الغاز عند ضغط  $9 \times 10^5$  نيوتن/م<sup>2</sup>.



الحلول ومبرمج الأتي:

2800	2000	1500	1250	1000	750	500	$P \times 10^5$
10	8	6.67	5.55	4.44	3.33	2.22	$\frac{1}{V}$

من الرسم النهائي:

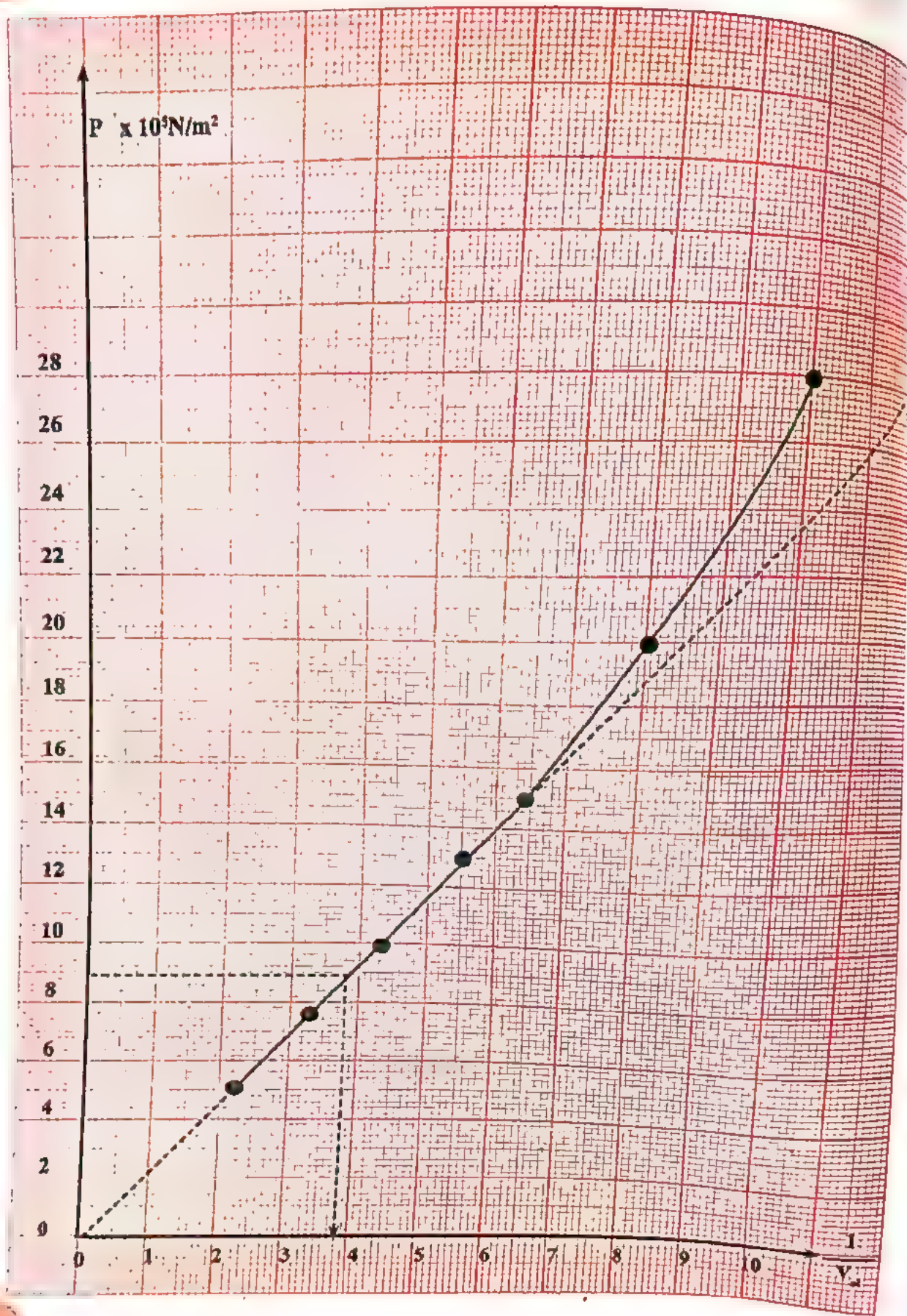
1- العلاقة  $P \cdot V = \text{const}$  تحقق قانون بویل في الجزء الأول حتى ضغط  $1.5 \times 10^5$  نيوتن/م<sup>2</sup>.

2- المدى الذي يوضح فيه لقانون بویل نهاية الخط المستقيم حتى ضغط  $1.5 \times 10^5$  نيوتن/م<sup>2</sup>.

3- من الرسم يكون الحجم هو  $0.25 \text{ m}^3$

4-  $\frac{1}{V} = 4$







## ٨- تدريب امتحان مصر ٢٠٠٥ والأزهر ٢٠٠٨:

(أجب بنفسك)  
في تجربة لدراسة تغير حجم كمية محبوسة من غاز (V) ودرجة حرارتها  $t^{\circ}\text{C}$  عند ثبوت الضغط حصلنا على النتائج المبينة بالجدول التالي:

V cm <sup>3</sup>	107	114	121	128	142
t <sup>°C</sup>	20	40	60	80	120

١- ارسم العلاقة البيانية بين (V) ممثلة على المحور الصادي (t) ممثلة على المحور السيني.

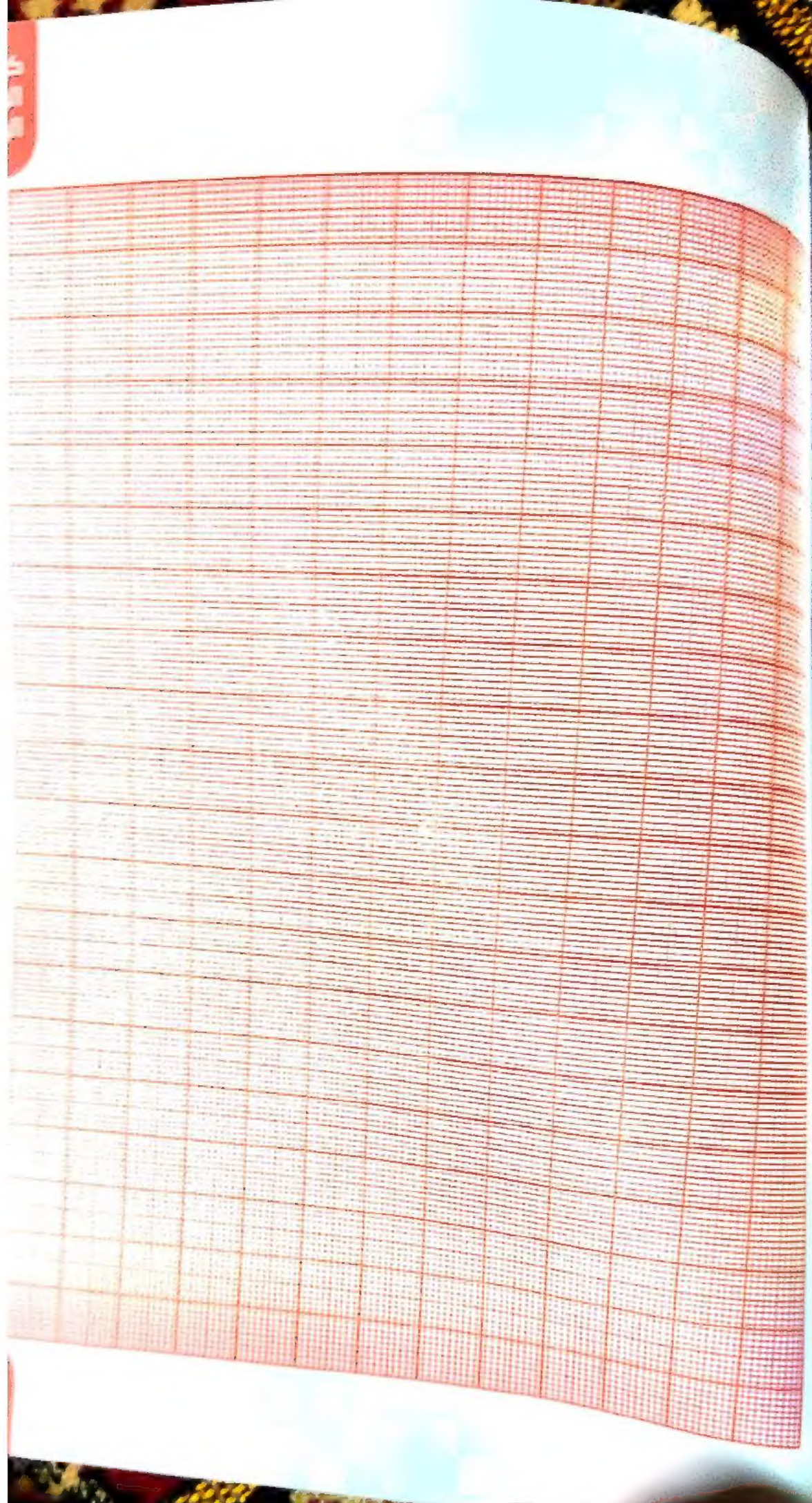
٢- من الرسم أوجد حجم الغاز المحبوس عند درجتى الحرارة صفر، 100 سيلزيوس.

[100 - 135cm<sup>3</sup>]

- ثم أوجد معامل التمدد الحجمى للغاز عند ثبوت الضغط.  $[0.0035^{\circ}\text{K}^{-1}]$











(مجاب عليه)

## ٩- تدريب امتحان مصر ١٩٩٣:

في تجربة عملية لتحديد حجم كتلة معينة من غاز جاف عند درجات حرارة مختلفة مع بقاء الضغط ثابتاً - تم الحصول على النتائج المبينة في الجدول الموضح:

8.8	8.6	8.2	7.6	7	الحجم (V) سم <sup>3</sup>
90	80	X	40	15	درجة الحرارة (t) سيلزيوس

مثل هذه النتائج بيانياً بحيث تكون درجة الحرارة على المحور الأفقي والحجم على المحور الرأسى. من الرسم البيانى: أوجد كلا مما يأتى:

- ١- حجم الغاز عند صفر<sup>٥</sup> سيلزيوس.
- ٢- درجة الحرارة (X) المقابلة للحجم 8.2 سم<sup>3</sup>.
- ٣- معامل التمدد الحجمى للغاز عند ثبوت الضغط.
- ٤- درجة الحرارة التى ينعدم عندها حجم الغاز نظرياً.

$$\left( \frac{1}{273} \right)$$

(273° - سيلزيوس)



في هذه الحالة إذا طلب درجة الحرارة كلفن التى ينعدم عندها حجم الغاز نظرياً يجب أن يكون الرسم يعرض الصفحة كما بالشكل.

$$١- \text{الحجم عند صفر}^{\circ} \text{سيلزيوس } Vol = 6.6 = \text{سم}^3.$$

$$٢- \text{درجة الحرارة } (X) = 64^{\circ}C.$$

$$٣- \alpha = \frac{\Delta V}{V_0 \cdot \Delta t} = \frac{V_{\text{max}} - V_0}{V_0 \times 90} = \frac{8.8 - 6.6}{6.6 \times 90} = \frac{1}{270}$$

$$٤- \text{الدرجة التى ينعدم عندها الحجم هى الصفر كلفن } 274^{\circ}C.$$

الرقم الذى يقابل الخط يكتب كما هو دون فبركة تأخذ الدرجة كاملة.



